This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

PROPERTY OF
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. Fischer und Fr. Strüssi

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

Redaktion: Fehrenstrasse 15, Zürich

Hundertundsechster Jahrgang, 1961

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Inhaltsverzeichnis

Q
67
.Z964
U.106

BURCKHARDT, J. J.: Die mittleren Bewegungen der Planeten im Tafelwerk des KHWARÎZ

HANTKE, R.: Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und d St. Galler Rheintal (mit 13 Illustrationen, 9 Profiltafeln, 2 tektonischen Kart und 1 Textabbildung) . . . . . .

HORBER, E.: Beitrag zur Domestikation der Hummeln . . . . . .

JÄCKLI, H.: Aktuelle Beziehungen der Quartärgeologie zum Bauwesen (mit 12 Abb.)

KRAMER, E.: Über zwei afrikanische Zwergpuffottern, *Bitis hindii* (Boulenger, 1910) u *Bitis superciliaris* (Peters, 1854) (mit 1 Abbildung) . . . . . .

MESSIKOMMER, E.: Eine neue Plankton-Invasion im Pfäffikersee (mit 1 Abbildung) .

STAUB, R.: Neuere Betrachtungen zum glarnerischen Deckenbau (mit 9 Textfiguren u 11 Photos mit Erläuterungsskizzen) . . . . . .

STAUFFER, H. U.: Santalales-Studien V—VIII (mit 10 Abbildungen) . . . . .

THOMAS, E. A.: Über eine blasenbildende Krankheit von kultivierten grünen Fadenalg (*Cladophora* und *Rhizoclonium*) (mit 6 Abbildungen) . . . . . .

THOMAS, E. A.: *Hydrodictyon reticulatum* und seine Beziehung zur Saprobität Zürichsee und in der Glatt (mit 3 Abbildungen) . . . . . .

WALDMEIER, M.: Die Sonnenaktivität im Jahre 1960 (mit 3 Abbildungen und 12 Tabelle

LOGE

ER (1900—1959) 498
v HERZEL (1890—1961) 499
CHRÖDINGER (1887—1961) 500
STAV JUNG (1875—1961) 501
DER (1887—1961) 502
STAUB (1890—1961) 503
HUBER (1877—1961) 505
IESCHER (1887—1961) 506

ÄGE DER NGZ

ber 1960: Prof. Dr. R. SCHWYZER, Basel: Chemie und Biologie der Polypeptide 508
nber 1960: Prof. Dr. H. ELLENBERG, Zürich: Mensch und Vegetation in den Tropen, sonders in Peru 508
mber 1960: Dr. H. KUTTER, Zürich: Über den Sozialparasitismus der Ameisen . 509
nber 1960: Prof. Dr. M. WALDMEIER, Zürich: Satelliten und Weltraumforschung . 511
mber 1960: Prof. Dr. P. G. WASER, Zürich: Psychopharmaka 512
ır 1961: P.D. Dr. E. A. THOMAS, Zürich: Der Zürichsee, Folgen und Abwehr der erschmutzung 513
ıar 1961: Prof. Dr. G. BUSCH, Zürich: Physikalische Grundlagen der modernen Halbleitertechnik 514
ıar 1961: Dr. med. K. BÄTTIG, Zürich: Nervensystem und psychische Leistungen eim Tier 515
ruar 1961: P.D. Dr. H. JÄCKLI, Zürich: Probleme der Quartärgeologie in ihren Beziehungen zur Bautechnik 516
1961: Prof. Dr. F. BÜCHNER, Freiburg im Breisgau: Die Biologie und Pathologie ler Parenchymzelle im Lichte moderner Methoden 517

BESPRECHUNGEN

VYSSLING, A.: Submikroskopische Cytologie 519
NIGGLI, H.: Vererbung bei Mensch und Tier 519
IT, M.-E.: Die Wirkung der Substanz von *Scenedesmus obliquus* als Eiweissquelle n Fütterungsversuchen und die Beziehung zur Aminosäure-Zusammensetzung 520
VIC, S.: The Balkan Lake Ohrid and its living world 520
S, E., und HOFER, H.: Stammesgeschichte der Säugetiere 521
EN, E.: Taschenatlas der Schweizer Flora 523

e Veröffentlichungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

AHRSBLATT AUF DAS JAHR 1962 (164. Stück)

R, HANS: Die Tierwelt im Lichte der Pharmakologie (72 Seiten, mit einem Titel-ild und 40 Abbildungen im Text)

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der K der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen natur schaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technisch schungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekreta Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügu Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglied Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis F und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** wer Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft he geben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang de Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussh öffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Ne blatt** (1962: 164. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang Bestellungen nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8, auch für früher erschienene kationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: P E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungsp Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten K l i s c h e e s können vom Autor innert ein

Jahrgang 106 Heft 1 März 1961

7
965
106

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN
GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

UNIVERSITY
OF MICHIGAN
FEB 14 1962
LIBRARY

Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal

Von

RENÉ HANTKE

Preis Fr. 25.—

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Ken der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwis schaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer schungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretaria Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 1 und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herau geben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der H Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft öffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neuj blatt** (1960: 162. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang ric Bestellungen nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8, auch für früher erschienene P kationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: P.D E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wu kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspre Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf d Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vie jahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adress Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

einfach und wirkungsvoll
Farbphotos
GANZ & Co
ZÜRICH
BAHNHOFSTR. 40
TEL. (051) 239773

66 415A A 30

Tektonik der helvetischen Kalkalpen wischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal

Von

RENÉ HANTKE

(Mit 13 Illustrationen, 9 Profiltafeln, 2 tektonischen Karten und 1 Textabbildung)

Gedruckt mit Subvention des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 2
Erforschungsgeschichtliches 3
Tektonische Übersicht 11
Tektonische Einzelbeschreibungen 13
Klausenpasshöhe–Märcherstöckli–Glatten 13
Glatten–Leckistock–Jegerstöck–Ortstock 19
Ortstock–Höch Turm–Eggstöcke–Bös Fulen–Pfannenstock . . 22
Glärnisch 39
Silberengebiet 52
Wasserberg 68
Glatten–Schächentaler Windgällen–Chinzig 72
Chaiserstockkette 76
Axenkette 84
Urirotstockgruppe 91
Umgebung von Engelberg 100
Jochpass, Graustock–Huetstock-Gruppe 104
Scharti–Chulm–Keiserstuel, Scheidegg–Horn–Schijen . . . 105
Pilatus 108
Rigi–Hochfluekette und Bürgenstock 113
Die Fortsetzung der Randketten-Elemente gegen Westen . . 130
Bauen–Brisen-Kette und Obwaldner Alpen 132
Fronalpstockgebiet, Sihltaleralpen 134
Kreideketten zwischen Sihl und Linth 141
Aubrige 145
Mattstock 151
Churfirsten–Alvier-Gruppe 155
Stock–Goggeien, Gulmen–Farenstöckli, Häderenberg . . . 157
Säntisgebirge 160
Die Raumbreiten von Dogger-Malm- und Kreide-Stockwerk E und W des Glarner Verrucano-Schildes 169
Zur Nomenklatur der helvetischen Decken zwischen Vierwaldstättersee und Säntis 175
Zusammenfassung der Resultate 180

VORWORT

Während der Bau der helvetischen Kalkalpen um den Vierwaldstättersee durch die U
suchungen von P. ARBENZ, A. BUXTORF, H. J. FICHTER und H. ANDEREGG, derjenige des Glärn
gebietes durch die Arbeiten J. OBERHOLZER's, H. J. FICHTER's und C. SCHINDLER's einer
oder weniger befriedigenden tektonischen Lösung entgegengeführt werden konnte, s
dies bisher für den Abschnitt zwischen Urnersee und Glärnisch nicht recht zu glücken
Grund für das Scheitern der bisherigen Versuche liegt zweifellos in der geschlossenen
graphie dieses Zwischengebietes. «Die Masse der Silbern ist zu breit und unzusammen
gend, ihr Absturz gegen das Bisisthal zu sehr bewaldet und zu schwierig zu begehen
Axenkette zwischen Axen und Miststock zu geschlossen, um genügenden Einblick in
verwickelten Structuren zu gewinnen», schreibt ALBERT HEIM (1891: 53) in seiner «Geo
der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein». Der Hauptgrund ist aber vor allem im Fe
einer genauen Detailkartierung dieses reichlich komplizierten Gebietes zu suchen, de
geologische Beschreibung ALBERT HEIM (1891. u. mit der Bemerkung abschliesst: «Ein
ständigeres und genaueres Verfolgen jedes n Fältchens durch den ganzen Kette
dürfte nur teilweise an Hand ganz detailli rten in einem Maßstabe von wenig
1 : 10 000 gelingen.»

Diese genauen Karten 1 : 10 000 liegen heute in en Übersichtsplänen der Kantone Gl
und Schwyz grösstenteils vor. Für den ur en Anteil wurden Vergrösserungen
Landeskarte 1 : 25 000 verwendet.

Die geologischen Aufnahmen erstrecken si er eine Reihe von Jahren. 1947 und
wurde als Diplomarbeit an der Abteilung für urwissenschaften der Eidg. Technis
Hochschule das Silberengebiet geologisch unter t und neu kartiert. Später reifte der F
diese Untersuchungen weiter gegen W auszude und den ganzen Raum zwischen Ur
see und Glärnisch einer geologischen Neube tung, verbunden mit einer detaillie
Kartierung, zu unterziehen, um so den immer existierenden tektonischen Unstimm
keiten zwischen Vierwaldstätterseegebiet und nerland erfolgreicher als bisher zu L
rücken zu können.

Um die tektonischen Zusammenhänge im R en der helvetischen Kalkalpen abkl
zu können, drängte sich die Aufnahme zahlrei stratigraphischer Detailuntersuchur
in einem weiteren Untersuchungsgebiet auf, s besondere in der Rigi-Hochfluekette
den Aubrigen und am Mattstock. Zahlreiche E ungen führten mich ostwärts ins Sär
gebirge und in die Churfirsten-Alvier-Gruppe, w twärts an den Bürgenstock, den Muo
schwanderberg, an den Pilatus, den Urirotstock in die Umgebung von Engelberg.

Soweit diese für die tektonischen Zusamme inge unerlässlich sind, wurde zu de
Dokumentation eine Auswahl von Detailprofile, nitveröffentlicht. Hinsichtlich der all
meineren stratigraphischen Belange sei jedoch die entsprechenden Artikel im Str
graphischen Lexikon der Schweiz verwiesen.

Was die einzelnen, bei der Bildung der helvetis en Decken bis zu ihrer endgültigen m
en-place zu unterscheidenden Bewegungsphasen belangt, gilt es noch die Beziehungen z
Randflysch und dessen stratigraphische und tek nische Analyse abzuwarten. Einstwe
mögen daher vor allem die Arbeiten von W. BRÜCK ER (1943, 1952, 1956a), J. SPECK (1953)
C. SCHINDLER (1959) Beachtung finden.

Dank der Erteilung eines Kartierungsauftra durch die Schweizerische Geologis
Kommission seit Sommer 1954 für das Blatt Mu hal, später auch für das westliche Gl
nischgebiet und den helvetischen Anteil der Blätt Rigi und Ibergeregg wurden diese Unt
suchungen mächtig gefördert, wofür der Geologis
ten, Herrn Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT, herzlich g

Gerne sei hier auch der sehr anregenden Disk
dacht, wie sie sich namentlich während der Rein
Glarneralpen ergaben, wirft doch gerade diese Ka

Gar manchen Ratschlag und wertvolle Hinweis
den Professoren des Geologischen Institutes der Zur
SER, und ganz besonders R. TRÜMPY und W. LEUPOLD.

Herzlichen Dank schulde ich auch den Herren Professoren Dr. W. BRÜCKNER und . JEANNET sowie den Herren Doktoranden K. BOLLER, R. FREI, F. FREY, R. HERB und . KAPPELER, die mir für die Randgebiete der Tektonischen Karte ihre noch unveröffentlichten Aufnahmen bereitwillig zur Verfügung gestellt haben.

Mit Herrn Prof. Dr. W. BRÜCKNER verbinden mich herzliche Erinnerungen an gemeinsame Tage im Klausengebiet, mit Herrn Dr. C. SCHINDLER frohe Terraintage im Klöntal und eine gemeinsam verbrachte Zeit am Geologischen Institut.

Nicht vergessen seien die zahlreichen Geologiestudenten, die mich jeweils in den Semesterferien begleiteten sowie die verständnisvolle Aufnahme, die ich bei meiner Feldarbeit überall erfahren durfte. Den beiden Geologiestudenten B. SPÖRLI und TH. KEMPF verdanke ich ihre Mithilfe bei der Reinzeichnung der tektonischen Karte.

Der Druck wurde ermöglicht dank der grosszügigen Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, wofür der Forschungskommission der Eidg. Technischen Hochschule und dem Nationalen Forschungsrat bestens gedankt sei.

Grossen Dank schulde ich auch dem Redaktor der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Herrn P.D. Dr. E. THOMAS, für seine Mühe und das grosse Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte.

Herrn Prof. Dr. H. SUTER sei für seine Mithilfe beim Lesen der Druckkorrekturen ebenfalls bestens gedankt.

Die Schreibweise der topographischen Namen wurde der Landeskarte der Schweiz (LK) entnommen. Die Bezeichnung von stratigraphischen und tektonischen Begriffen ist häufig älter und geht auf den Topographischen Atlas (Siegfried-Karte, T.A.) zurück.

ERFORSCHUNGSGESCHICHTLICHES

Die an den Steilwänden des Urnersees und im Glarnerland prachtvoll zutage tretenden, wirr gekneteten Felsschichten und die imposanten Schichtumbiegungen erregten schon früh das Erstaunen naturverbundener Reisender. In Skizzen und Aufzeichnungen versuchten bereits der Bologneser Graf LUIGI FERNANDO MARSIGLI und sein Sekretär, JOHANN SCHEUCHZER, anlässlich einer im Jahre 1705 ausgeführten Reise, die sie über den Urnersee führte, den merkwürdigen Schichtverlauf festzuhalten. In einer 1708 der Pariser Akademie vorgelegten Schrift «De Structura Montium» berichtete JOHANN SCHEUCHZER ebenfalls über Beobachtungen, die er damals machte und zeichnerisch wiedergab. Einige Zeichnungen überliess er dem italienischen Gelehrten ANTONIO VALLISNERI, der sie 1715 in seiner Abhandlung «Origine delle fontane» veröffentlichte. Obwohl die Erkenntnisse und Ideen JOHANN SCHEUCHZER's auch von seinem älteren Bruder JOHANN JAKOB SCHEUCHZER (1716) in der «Naturhistorie des Schweitzerlandes» teilweise dargelegt wurden, stiessen sie erst ein volles Menschenalter später auf vermehrtes Verständnis.

Mit grossem Eifer und viel Geschick mühten sich in den Glarneralpen vor allem zwei Forscher um die geologische Erforschung: HANS CONRAD ESCHER und sein Sohn ARNOLD. Ihre in den Glarnerbergen gewonnenen, der damaligen Zeit weit voraus eilenden Beobachtungen wurden von R. STAUB (1954) zusammengefasst und ins richtige Licht gestellt.

Nach siebenjährigen systematischen Studien in den Glarneralpen konnte

Arnold Escher 1841 eine erste geologische Karte des Kantons Glarus vorle
Fünf Jahre später veröffentlichte er (in O. Heer und J. J. Blumer 1846) ei
geologische Profile, von denen eines vom Tödi durch Ortstock–Glärni
Rautispitz–Ahornenkamm zum Hirzli verläuft. Zugleich teilt Escher be
eine Fülle richtiger Beobachtungen mit: aus dem uns hier berührenden Geb
bschnitt ausgedehnte Vorkommen von Schrattenkalk und Seewerkalk
hinteren Glärnisch und auf der Silberen, welche dort, wie der auf den
völlig kahlen Hochflächen von Glattalp und Charetalp auftretende Malml
von zahlreichen Furchen und Schründen durchzogene Karrenfelder bi
Aus dem unter dem Malmkalk liegenden Eisenoolith von Oberblegi, Gu
und vom Bärentritt am Seerütisee (Klöntalersee) nennt Escher eine Ar
für den «Unteroolit» (Dogger) charakteristischer Versteinerungen, so
über die Altersbestimmung dieses Oolits kein Zweifel walten kann». Aus
Mergelschiefern und dem kieselhaltigen Kalkstein erwähnt er vom ob
Glärnisch-Firnband Exogyren und Spatangen. In den Tagebüchern, die
einer überaus reichen Forschertätigkeit zeugen, finden sich eine Fülle von
ogischen Beobachtungen. Ein Teil dieser Notizen wurde nach Escher's
von C. Moesch zusammengestellt und veröffentlicht (Arnold Escher
C. Moesch 1881).

In Uri zeichnete der Altdorfer Arzt und Naturforscher K. F. Lusser (
1834, 1842) erstmals ein geologisches Profil vom Riemenstaldner Tal über D
tock–Diepen ins Gruontal, erkannte den Bau der Schächentaler Windgä
beachtete die Liasfalte von Oberbalm am Klausen, und in naturgetreuer

gegenüberliegenden Seeufer glaubte HEIM die westliche Fortsetzung der Axenmättli-Mulde zu erkennen.

Bei der geologischen Untersuchung der W an den Glärnisch anschliessenden Gebiete der Silberen und der Wasserberg-Chaiserstock-Kette konnte ALBERT HEIM (1882: 34, 1885 und 1889: 54—55) die von BALTZER gewonnene Erkenntnis der mehrfach übereinander liegenden Schichtfolgen bestätigen. Die an der E-Wand der Silberen klar in Erscheinung tretenden, gegen N gerichteten Gewölbeumbiegungen liessen ALBERT HEIM in den Silberen, der «etwas tieferen, weniger hochgestauten Fortsetzung des Glärnisch», «ein System nördlich überliegender Falten» erkennen, während sie A. BALTZER in den Glärnisch-Profilen unter dem Eindruck der Idee von der aufkommenden Glarner Doppelfalte (1873) noch gegen S gerichtet zeichnete. Als Beweis für einen Südschub wies HEIM vor allem auf den Muldenkeil von Assilinengrünsand hin, der sich längs des Silberenalpweges bis weit nach S zurück verfolgen lässt, sowie auf die abtauchenden, gegen N gerichteten Faltengewölbe, die sich am NE-Abhang beobachten lassen. Auch in den «liegenden Wiederholungen der Kreidestufen» am SW-Absturz des Bödmerenplateau gegen das Bisistal sah HEIM eine ähnliche Erscheinung.

Am Wasserberg bemerkte ALBERT HEIM (1891: 59) über dem kleinen Schrattenkalkgewölbe von Fugglen am Ausgang des Bisistales einen «mehrfachen Wechsel von Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk in bald normaler, bald verkehrter Reihenfolge»; aus der Chaiserstockkette erwähnte er die N überliegende Falte an der Achsel.

Recht klar schilderte ALBERT HEIM (1891: 73—78) die Geologie des Gebietes zwischen Bös Fulen, Ortstock, Schächentaler Windgällen und Chinzig, boten doch neben den randlichen Steilabbrüchen gegen Braunwald, gegen den Urnerboden und das Schächental auch die tiefen Erosionsfurchen des Bisistales und des Hüritales, zusammen mit den Dogger-Aufbrüchen von Brunalpeli und Robutzli, Einblick in die Detailstruktur dieser gewaltigen Juraplatte. Die von ALB. HEIM in den Profilen 3, 4, 5 und 7 gezeichneten nordwärts gerichteten Falten der Ortstock-Märenberg-Kette, der Schächentaler Windgällen, der Höch Turm–Pfaff-Kette und des Alplerhorns sowie das gegen E immer stärker emporragende Gewölbe Chinzerberg–Geitenberg–Pfannenstock–Bös Fulen geben die tatsächlichen Verhältnisse bereits gut wieder.

Dagegen erscheint der tektonische Bau der Gräte und Felsrücken zwischen Fulen-Gewölbe und Silberen–Bödmeren-Plateau bei ALBERT HEIM, zufolge Verwechslung der steilstehenden Kalkrippen der Unterkreide mit Schrattenkalk und der Valanginianmergel mit den Drusbergschichten, noch allzu sehr im Stil einer «Säntisfaltentektonik». Immerhin erkannte er bereits, dass die selben Strukturen vom Glärnisch über Gassenstock–Chratzeren ins Bisistal, in die S-Seite des Wasserberges und durch das Hürital in die S-Wand der Chaiserstockkette bis gegen den Urnersee hinüberstreichen.

Mit der tektonischen Umdeutung der übereinander liegenden Falten ALBERT HEIM's und BALTZER's im Sinne einer weit starreren Bruch- und Überschiebungstektonik wies A. ROTHPLETZ (1897, 1898) auf bisher in den Glarneralpen

viel zu wenig gewürdigte Erscheinungen hin. Wenngleich diese neuen A fassungen über die Gebirgsbildung mit der damaligen autoritären Lehrmeinu von der «plastischen Deformation» zu heftigen Kontroversen führten, so wu gerade durch die Arbeiten von A. ROTHPLETZ die geologische Erforschung Glarnerland mächtig angeregt und gefördert. Seine Ansichten über den G birgsbau durch Scherflächen und Überschiebungen muten geradezu modern

Mit der Umdeutung der Urirotstock-Schlinge C. MOESCH's in zwei wurz lose, leicht tauchende Falten durch M. BERTRAND und H. GOLLIEZ (1897: 594/ erreichten die Ideen der Deckentheorie die Gebirge am Vierwaldstättersee u des Glarnerlandes.

In «Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de Suisse» versuchte M. LUGEON (1902: 781ff., pl. 16 fig. 3 et 4) eine Umdeutu der Profile ALBERT HEIM's im Sinne der neuen Deckenlehre. Die komplizie Faltenschlinge HEIM's gliedert er in verschiedene, einheitlich von SE üb schobene Decken. Dabei unterschied LUGEON eine untere, durch die Ax mättli-Mulde zweigeteilte Decke mit den beiden Teillappen, der «nappe in rieure de Glaris» (Axen-S-Lappen + Rigi-Hochflue) und der «nappe du so met du Glärnisch–Deyenstock–Silbern» (Axen-N-Lappen) sowie eine «na supérieure de Glaris», welche die Fronalpstockgruppe und die Druesbergke aufbaut.

Ein sehr ähnliches Profil zeichnete später ARNOLD HEIM (1905, Fig. 2). unterscheidet sich nur dadurch, dass er die Kreideketten des Alpenrand Aubrige, Rigi-Hochflue und Pilatus als von der «nappe inférieure» losgerisse und nach N verfrachtete Stirnpartien auffasst.

Demgegenüber betonten A. BUXTORF und A. TOBLER (1906) und A. BUXT (1908: 166), «dass sowohl stratigraphische als tektonische Gründe g e g e n e unterirdische Verbindung der Axenkette mit der Rigi-Hochfluhkette sprech dass vielmehr die Axenkette als ein für sich geschlossenes Ganzes zu betracht sei, währenddem die Rigi-Hochfluhkette aus stratigraphischen Gründen n mit der Frohnalpdecke in Beziehung gebracht werden dürfe.» Unsicherh herrschte nach diesen beiden Autoren nur über die Art und Weise, wie s dieser Zusammenhang zwischen Hochfluekette und der «Frohnalpdecke» staltet; am plausibelsten erschien BUXTORF die 1908 auf Taf. 12 Fig. 4 zur D stellung gebrachte Auffassung, die der Randkette, «trotz ihrer Zugehörigkeit den „höheren" Decken, eine gewisse Selbständigkeit» zugesteht.

Aubrig und Wageten betrachteten BUXTORF und TOBLER als von der «tief Decke» abgerissene Stirnköpfe, womit die Glieder der Randkette am Vierwa stättersee die Stirnköpfe der «höheren», im Wägital und am Ausgang des Lin tales aber diejenigen einer «tiefern» Decke darstellen würden.

Durch E. BLUMER's Nachweis (1907), wonach die Wageten wohl die St einer «tieferen Decke» darstellt, die Aubrige aber in gar keinem Zusamm hang mit der Wagetenkette stehen, sondern als Stirn einer «höheren Dec (Säntisdecke)» gedeutet werden müssen, war dieser Widerspruch gelöst. «R aus Gründen der Allgemein-Tektonik des Gebietes zwischen Säntis und Vi waldstättersee» neigt A. BUXTORF (1908: 186) dazu, «dass das Westende

kleinen Aubrig auch das Westende der Säntisstirne bedeute, und dass mit der Rigihochfluh ein neues tektonisches Element erscheint.»

In den Randketten am Vierwaldstättersee unterscheidet A. BUXTORF (1910) drei Teildecken: eine südlichste, die Bürgenstock-Teildecke — umfassend Urmiberg, die S-Flanken der Hochflue und des Vitznauerstockes, Bürgenstock, Rozberg und Muoterschwanderberg —, eine N daran anschliessende Pilatus-Teildecke mit Hochflue, Vitznauerstock, der äussersten NW-Seite des Bürgenstockes, Lopperberg und Pilatus, ausgenommen der nördlichsten Kette, derjenigen des Klimsenhorn, die er bereits der nördlichsten, der Niederhorn-Teildecke PAUL BECK's, zurechnet.

A. BUXTORF (1908: 168, 1910: 7) wies ferner darauf hin, dass durch das Vordrängen der höheren Decken nicht nur ursprünglich nördlich gelegene Schichtserien an den weitradigeren Bogen des Alpenrandes verschleppt wurden, sondern dass dies in der nach N verfrachteten Randkette bedeutende Streckungserscheinungen bewirkte, was sich in einer Reihe von schief zum Kettenstreichen verlaufenden Querbrüchen äussert.

Aus faziellen Gründen haben A. TOBLER und A. BUXTORF die Bürgenstock-Decke als «untere Abzweigung» der Drusberg-Decke aufgefasst, während sie die beiden tieferen Kreide-Teildecken, die Pilatus-Decke und die Niederhorn-Decke, mit P. ARBENZ (1913) mit der Axen-Decke in Zusammenhang brachten.

Eine mögliche Fortsetzung des Urmiberges gegen E sieht A. BUXTORF (1910: 12 13) in der von J. OBERHOLZER (1908: 551/52) im hinteren Klöntal als «Richisauer Zwischendecke» ausgeschiedene Kreideserie, was er jedoch später (1916: 76), auf Grund neuer Untersuchungen von P. ARBENZ, nicht mehr aufrecht erhielt. Diese Kreideserie umfasst oft nur Valanginian und Kieselkalk, bisweilen etwas ausgewalzte obere Kreide, und schaltet sich zwischen die höheren Zweigdecken der Axen-Serie und die mit mächtigen Unterkreidemergeln beginnende Drusberg-Decke ein. Faziell stimmt diese nach J. OBERHOLZER bis gegen Muotathal verfolgbare Zwischendecke völlig mit der Drusberg-Decke überein. P. ARBENZ (1913a: 33) betrachtet die «Richisauer-Zwischendecke» als westliche Verlängerung der Wiggis-Decke LUGEON's und stützt damit die schon früher geäusserte Ansicht, wonach Bürgenstock und Hochflue zur Säntis-Decke gehören.

Im Anschluss an die Aufnahmen für die Geologische Vierwaldstätterssee-Karte (1916a, b) fasste A. BUXTORF (1912: 190) die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen am Urnersee kurz zusammen: «Am Westende der Axenkette (Axendecke), speziell am Rofaien und Dieppen, lassen sich mehrere Teildecken erkennen, an denen sich aber nur Untere Kreide (Berrias–Drusberg-Schichten) beteiligt. Diese Teildecken oder Schuppen entsprechen den von J. OBERHOLZER an der Silbern innerhalb der Axendecke erkannten Kreide-Zweigdecken; ihre letzten Andeutungen zeigen sich noch auf der Westseite des Urnersees.»

Auch W des Urnersees konnten die tektonischen Zusammenhänge durch die Aufnahmen von P. ARBENZ (1910) und A. BUXTORF (1912: 192) bedeutend klarer erkannt werden: «Da im Grosstal und am Bannalppass diese Jurastirne»

– des Hinteren Gitschen, des Schlieren und des Rimistockes — «in direk
usammenhang tritt mit den Kreidefalten des Axen-Südlappens, so ergibt
araus, dass das Juradeckfaltensystem des Urirotstocks mit der Axend
iel direkter zusammenhängt . . . Jedenfalls darf man dasselbe nicht mehr
öhern helvetischen Deckengruppe stellen, sondern zur tiefern, wie dies se
eit schon von M. Lugeon (1902, pl. 17) vorgeschlagen worden ist.» Wei
tudien im Urirotstockgebiet liessen P. Arbenz (1913a: 20ff., und 1921)
Intere und eine Obere Urirotstock-Falte auseinanderhalten. Gitschen
Viss Berg trennte er als selbständige, basale Elemente ab. Während die unt
Urirotstock-Falten — wie P. Arbenz (1921: XIII/XIV) festzustellen glaubt
wischen Urirotstock und Engelberg stark nach SW, gegen den Hahnen, wu
ärts zurückbiegen, streichen die oberen Elemente durchaus normal E
WSW, setzen als Zingel-Falten, Salistock- und Bockti-Falte über das En
ergertal, sinken dabei gegen die Hasli-Depression axial ab, «erscheinen a
ahrscheinlich wieder am S-Rand des Brienzersees, im unteren Lauterbr
en-, Saxeten- und Kiental, wo sie ihre Existenz durch unvermutetes Auftr
on Lias und Fehlen von Oxfordien verraten. Alles deutet darauf hin, dass
ich an das Faltenbüschel der Wildhorndecke im N angegliedert haben,
erselben nach vorn geschoben und nicht als selbständige Axendecke zuri
eblieben und von der höhern Decke überschritten worden sind.»

In «Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz» wies P. Arbenz (1913a)
uf hin, dass sich auch im osthelvetischen Bereich verschiedene Schubricht
en auswirkten: ein durch den Vorprall der ostalpinen Decken bedingtes, k

547) stellte OBERHOLZER fest, dass die Kreideserie der Gipfelregion der Glärnischgruppe durch eine flach muldenförmig verlaufende Überschiebungsfläche zweigeteilt wird.

Da OBERHOLZER am NE-Abfall der Silberen einen direkten Zusammenhang zwischen dem Gewölbe am Dejenstock und der gegen W ebenfalls axial abtauchenden Axen-Serie des Glärnisch beobachten konnte, deutet er das Dejengewölbe als Stirngewölbe der Axen-Decke.

In der Silberen erkannte OBERHOLZER ein System von mehreren übereinander liegenden Decken. Über der Kreide der Axen-Decke unterschied er noch vier weitere Einheiten: Bächistock-Decke, Untere und Obere Silberen-Decke und Toralp-Decke. Da sie alle nur aus Kreide bestehen — in der Bächistock- und in der Oberen Silberen-Decke stellt sich frontal, wie über der nicht abgescherten Axen-Kreide, noch etwas auf Seewerkalk transgredierendes Lutetian ein — sind sie nur als «Verzweigungen der Axendecke» zu betrachten. Schon OBERHOLZER bemerkte, dass diese «Zweigdecken» am S-Rand nur aus unterer Kreide bestehen, dass sich jedoch gegen N immer jüngere Kreidestufen einstellen, während die älteren Schichtglieder an ihrer Basis sukzessive auskeilen. In der Stirnregion stellte er weitere Komplikationen fest, die er als Aufspaltung der Kreideschuppen in einzelne flach übereinander liegende Falten deutete. Faziell stimmen die Silberen-Decken nach OBERHOLZER (1908b: 218/219) «im ganzen mit derjenigen der Axendecke und der tieferen Glarner Decken überein», zeigen jedoch, «namentlich im Neocom und im Gault, bereits eine Annäherung an die der Säntis-Drusbergdecke». Als Beweis dafür, dass einst die Säntis-Drusbergdecke über der Silberen lag, weist OBERHOLZER auf das Erosionsrelikt des Roggenstöckli hin, ein kleiner Felsrücken auf der W-Abdachung der Silberen, dessen Fazies — Valanginian und Hauterivian-Kieselkalk — vollkommen mit derjenigen der Drusberg-Decke übereinstimmt.

Angeregt durch die prachtvollen Forschungsergebnisse J. OBERHOLZER's liess ALB. HEIM durch einen seiner Schüler, W. HAUSWIRTH, das W anschliessende Gebiet, den Wasserberg und die Chaiserstockkette, genauer untersuchen und in den neuen tektonischen Rahmen einpassen. Während OBERHOLZER (1908a, b) am Wasserberg wie am Chaiserstock nur die drei ersten Zweigdecken festzustellen glaubte, fand HAUSWIRTH (1913) am Wasserberg noch sämtliche Schuppen. Im Chaiserstockgebiet wären dagegen nur die basaleren Schuppen vorhanden; die höheren Elemente wären bereits abgetragen worden. Die Tatsache, dass die Sedimentserien durch die Überschiebungsflächen schief durchschnitten werden — was sich im Hürital und im Bisistal an den Talflanken effektiv beobachten lässt — wurde von HAUSWIRTH als östliche Fortsetzung der Axenmättli-Mulde ALBERT HEIM's gedeutet.

In durchaus analoger Stellung wie J. OBERHOLZER am Ortstock und am Höchen Turm konnte M. LUTHER (1927a, b) auch W des Bisistales zwei Tauchfalten beobachten: eine tiefere, welche die Gipfelpartie der Schächentaler Windgällen aufbaut, und eine höhere, der die Felsklötze des Alplerhorns und des Alplerstockes angehören sollen. Im Anschluss an die Untersuchungen an den Schächentaler Windgällen versuchte auch M. LUTHER die von J. OBERHOLZER an

einem enggepressten Faltenstapel zusammengestauchten Pilatus erforscht
seine Beobachtungen in einer ersten, von Profilen und Ansichtsskizzen
gleiteten geologischen Karte dargestellt. In über ein halbes Jahrhundert
hinziehender Forschertätigkeit trachtete A. BUXTORF (1906, 1924, 1934b) du
minuziöse Detailaufnahmen die Erkenntnisse KAUFMANN's zu festigen und
vertiefen. Die stratigraphische Gliederung wurde verfeinert, die Irrtümer
reinigt, die noch relativ einfachen Faltenstrukturen zu komplizierten, lä
listrischen Flächen aufgebrochenen und von zahlreichen Brüchen durchset
Faltenschuppen umgedeutet.

Als Frucht JACOB OBERHOLZER's regen Forscherlebens erschien 1933 sein
sammenfassendes Werk «Geologie der Glarneralpen». Darin gelangten a
Stratigraphie und Tektonik des Glärnisch, der Silberen und des Charet
Glattalp-Gebietes sehr eingehend zur Darstellung.

Ausgehend von photogrammetrisch ausgearbeiteten Übersichtsplänen
St. Galler Oberlandes und der Glarneralpen versuchte R. HELBLING (1938)
seinen Mitarbeitern — H. J. FICHTER, W. BRÜCKNER, E. WEBER und andere
die für die Topographie verwendeten Photos auch geologisch auszuwerten
entstand eine geologische Kartierung des ganzen Gebietes 1 : 10 000, un
zahlreichen Aufrissen wurden die Talflanken mit ihren Steilwänden maßst
getreu wiedergegeben. R. HELBLING gelangte dadurch zur Auffassung, dass
Glarner Schubmasse zunächst längs prädestinierten Schubhorizonten
listrischen Scherflächen in mehrere Gleitbretter zerlegt wurde. Diese w
dann stockwerkartig zu Abscherungsdecken von immer mehr sich kompl
rendem Schuppenbau zusammengestaucht worden. Die Mittelschenkelbil
gen der Faltenüberschiebungen ALBERT HEIM's und JACOB OBERHOLZER's we
als überfahrene Stirnteile oder als losgerissene Schubspäne gedeutet.

Anlässlich von Revisionsarbeiten im Gebiet zwischen Walenstadt und
Wägital für die «Geologische Karte des Kantons Glarus» (J. OBERHOLZER et
1942) gelangte W. BRÜCKNER (1940) zur Auffassung, dass die drei räum
isolierten Kreideketten Mattstock, Risetenkette und Aubrige als Stirnteile
Säntis-Decke einander gleichzusetzen sind. Den Grund hiefür sieht er n
ihrer übereinstimmenden Lage und den faziell sehr ähnlich entwicke
Schichtreihen vor allem im Auftreten eines in seinen nördlichen Partien s
verschuppten und zerknitterten Verkehrtschenkels. Entgegen der von A
HEIM geäusserten Ansicht, wonach Durschlägiberg und Risetenkette eina
entsprechen, weist W. BRÜCKNER (1940: 14) auf einen deutlichen Untersc
hin: «Am Durschlägiberg fehlen Nummulitenschichten und Stadschiefer
der Risetenkette Senonmergel und Wildflysch der Mulde der Unteren Furg

Bei detaillierten Profilaufnahmen in den Tunnels für das zweite Geleise
Gotthardbahn versuchte W. BRÜCKNER (1947a) den helvetischen Kieselkalk
Urnerseegebietes in drei Abteilungen zu gliedern, denjenigen der Axen-D
durch das Auffinden zweier Glaukonitniveaus, denjenigen der Drusberg-D
durch eine das untere Glaukonitniveau vertretende mergeligere Zwischen
und einen oberen Glaukonithorizont.

Für die Tunnelbauten untersuchte W. BRÜCKNER (1956a) den gesamten

lichen Uferstreifen des Urnersees. Als bedeutendsten Unterschied gegenüber den Aufnahmen von P. ARBENZ und A. BUXTORF erwähnt W. BRÜCKNER die Gliederung des N-Lappens der «Axen-Decke in zwei Teilstirnen verschiedenen Baustils». Den Bau des Urnerseeprofils führt W. BRÜCKNER, analog demjenigen der benachbarten Gebiete, «im wesentlichen auf zwei sich folgende „helvetische" Bewegungsphasen» zurück.

Auf Exkursion ins Pragelpassgebiet erkannte W. BRÜCKNER (1947b) in den von J. OBERHOLZER in «muldenförmigen Depressionen der oberen Silberndecke» liegenden und als Toralp-Decke zusammengefassten Klippen von Valanginiankalk und (oder) Kieselkalk einen zwischen Axen- und Säntis–Drusberg-Decke ausgewalzten Verkehrtschenkel. Die von OBERHOLZER als «Richisauer Zwischendecke» vereinigten Vorkommen scheinen BRÜCKNER nicht einheitlich; diejenige N Richisau erklärt er als durch Verschuppung von mitgerissenen Stirnpartien der Axen-Decke mit basalen Schichten der Räderten-Teildecke entstanden, diejenigen N des Pragelpasses als «aus der normalen Serie der Drusberg-Decke oberflächlich abgesackte Schollen».

Auf den geologischen Aufrißskizzen «Nordhang Urnerboden» und «Ostseite Kammerstock–Ortstock» versuchte W. BRÜCKNER (in R. HELBLING 1948) den Aufbau der Steilwände von Glatten–Jegerstöck–Ortstock–Eggstock detaillierter darzustellen. Geologisch kolorierte Photos und Luftaufnahmen sowie Manuskriptkartierungen, in die mir W. BRÜCKNER bereitwillig Einblick gewährte, lassen am Glatten und an den Schächentaler Windgällen ein deutliche Doppelung der Malmserie erkennen.

Im Glarnerland stellte neuerdings R. STAUB (1954) einen näheren Zusammenhang zwischen den beiden bisher als Axen-Decke und als Mürtschen-Decke ausgeschiedenen Einheiten fest. R. STAUB bezeichnet sie in ihrer Gesamtheit nach dem Klöntal, wo dieser Deckenstapel an der Felsmauer des Glärnisch besonders eindrucksvoll in Erscheinung tritt, als Klöntaler-System, da die Beziehungen zum Urnersee-Profil damals noch nicht durchgehend verfolgt waren.

Die von C. SCHINDLER (1959) durchgeführte Neuaufnahme des Glärnischgebietes brachte eine Reihe neuer Erkenntnisse. Bereits im Lias und im Dogger, aber auch noch im Malm und in der Unteren Kreide wurde der Sedimentationsraum der Gebirge um Glarus durch persistente Brüche — Rässegg-Brüche, Dohlen-, Hochtor- und Vorderglärnisch-Bruch — in ungefähr dem alpinen Streichen parallel verlaufende Abschnitte gegliedert.

Stratigraphische Detailprofile liessen C. SCHINDLER erkennen, «dass weder die Grenzen des „Troskalk" noch jene der „Malmbreccie" im Glärnischgebiet als stratigraphische Marken zu gebrauchen sind». In der unteren Abteilung der Zementsteinschichten beobachtete er verschiedentlich intensive Sedimentationsstörungen, die einer Reliefumkehr des Sedimentationsraumes zugeschrieben werden. Die am Hochtor-Bruch nachgewiesenen synsedimentären Bewegungen lassen sich «am besten als Ausgleichsbewegungen in den Scharnieren der Verkippung» verstehen.

In tektonischer Hinsicht konnte C. SCHINDLER die von ARN. HEIM und J. OBERHOLZER durchgeführten Parallelisationen weitgehend bestätigen, im

Klöntal und im Linthtal die bereits von A. ROTHPLETZ und R. STAUB postu
ten Störungen durch neue Beobachtungen stützen. Die zwischen der For
stock-Serie — dem Glärnisch-Anteil der Mürtschen-Decke — und der A
Decke neu aufgefundenen Trias- und Dogger-Späne werden als Bruch
Schuppe abgetrennt; die teilweise bereits von J. OBERHOLZER (1908, 19
H. J. FICHTER (in R. HELBLING 1938) und R. HANTKE (1949) beobacht
Kreideschuppen zwischen Axen- und Bächistock-Decke werden als Radst
Schuppen zusammengefasst.

Analog wie W. BRÜCKNER (1943) im Schächental, so versuchte C. SCHIN
auch am Glärnisch eine Phasengliederung des helvetischen Deckengebä
abzuleiten und diese zeitlich einzustufen.

Abschliessend sei noch der Arbeit JOSE BÄCHLE's (1952) gedacht. Wäh
Jahrzehnten hatte J. BÄCHLE als Amate die Berge seiner Schwyzer Hei
geologisch durchstreift, wobei ihm beson rs das Chaiserstockgebiet ans H
gewachsen war. In zahlreichen geologis emalten Ansichtsskizzen versu
er dessen tektonischen Bau festzuhalten d in einem begleitenden Text h
zu erläutern.

TEKTONISCHER ÜBERBLICK

Die helvetischen Kalkalpen zwischen C valden und dem St. Galler Rhei
gehören gesamthaft der helvetischen Hau chubmasse an. Ihre Sedimente
stammen — wie namentlich aus den neuere Aufnahmen von E. NIGGLI (19
E. WEBER und L. WYSSLING (1950) und TRÜMPY (1961) hervorgeht —
sprünglich dem Rücken des Tavetscher Z schenmassivs und dem S anschl
senden und dabei generell sich vertiefen n, asymmetrischen Troge vor d
Gotthardmassiv. Längs listrischen Flächen zum Teil an präexistenten Brüch
wurde der helvetische Faziesraum durchs ert und auf den N davon gelege
subhelvetischen Raum aufgeschoben. Di er umfasst ursprünglich auf d
südlichen Aarmassiv beheimatete Sedime , welche bei der Bildung der hel
tischen Decken ebenfalls intensiv versch ppt und zu Decken zusammen
staucht wurden.

Der Vormarsch der helvetischen Decken t im wesentlichen auf S c h w e r
g l e i t u n g zurückzuführen. Zufolge des mechanisch verschiedenen Verh
tens ihrer zyklisch gegliederten Schichtfolge n kam es dabei zur Ausbildung
Stockwerk-Decken.

Die U n t e r l a g e der helvetischen Hau ptschubmassen ist recht hetero
gestaltet und umfasst: früher als autochthon b
südhelvetischen Flysch, verschürfte Kreide u
ner Stirnteile der Hauptschubmasse — Ka
Glarner-Decke — sowie der subhelvetischen
Mannigfaltigkeit der Unterlage ist einerseits
lich vollständige Schichtreihen und deren fazi
mechanisch verschiedenes Verhalten bewirk

Schweregleitung unterschiedlich sich auswirkenden Gefällsverhältnisse der N-Abdachung des spätalpin emporgehobenen Aarmassivs.

An der Basis der Hauptschubmasse stellt sich W des Linthtales, wie E davon an der Basis des Verrucano, ein verwalzter und stellenweise in sich verschuppter, deutlich verkehrtliegender Kalkmylonit ein, der längs des Klausenpasses als «Lochseitenkalk der Axen-Decke» bezeichnet wurde. Darüber folgt am Jochpass und E des Klausenpasses — ebenfalls in verkehrter Lagerung — eine basale Schuppe von Liasgesteinen.

Die Hauptschubmasse selbst gliedert sich tektonisch in zwei, besonders in der Fazies des Kreide-Stockwerkes deutlich sich unterscheidende Einheiten: in die faziell nördliche, heute in ihrer Hauptmasse im S gelegene Axen-Decke und die faziell südlichere, bathyalere und bedeutend mächtiger ausgebildete, heute N davon gelegene Drusberg-Decke.

Die Deckentrennung, dokumentiert durch ein durchhaltendes Eozänband, lässt sich von Grafenort im Tal der Engelberger Aa über die Sinsgäuer Schonegg ins Isental und an den Urnersee verfolgen. Zwischen den beiden Seeufern wird sie durch eine Blattverschiebung ostwärts etwas nach N versetzt und verläuft durch das Riemenstaldner Tal über die Goldplangg ins Muotatal, über den Pragel ins hintere Klöntal und steigt hinter der Dejenkette empor zur Dejenalp, N des E-Endes des Klöntalersees.

Im Bereich der Kulminationen am Urnersee und gegen das Linthtal wurden die südlichen Partien der Axen-Kreide im Niveau der Zementsteinschichten abgeschert und an der Basis der — zufolge ihrer höheren Lage — rascher vorrückenden Drusberg-Decke bis an den Alpenrand verfrachtet. Die südlichere, abgescherte Axen-Kreide tritt heute in der Randkette wieder zutage, wo sie Pilatus, Muoterschwanderberg, Bürgenstock, Vitznauerstock, Hochflue, Aubrig und Mattstock aufbaut. In den Depressionen dagegen wurde die südliche Axen-Kreide ebenfalls abgeschert, im Gleitschatten N des Bös Fulen-Gewölbes jedoch lediglich zu Teildecken, zur Bächistock- und zu den Silberen-Decken, gestapelt.

Mit dem im Querschnitt des Linthtales einsetzenden mächtigen Glarner Verrucano-Schild ändert sich der Deckenstil, so dass diese Trennung bis nahe an den Alpenrand verspringt. Sie erscheint nun als Aufschiebung der Churfirsten-Alvier-Decke — dem östlichen Äquivalent der Drusberg-Decke —, auf die vor ihrer Jura-Unterlage abgescherten und an den Alpenrand verfrachteten Axen-Kreide und lässt sich von Weesen S des Mattstockes über die Hintere Höhi in den Häderenberg ins Toggenburg, durch das Tal des Gräppelensees in den Wildhuser-Schafberg, über den Zwingli- oder Chreialppass zum Fälen- und zum Sämtisersee und, als aufgeschobene Falte des Hohen Kasten, bis ins St. Galler Rheintal verfolgen. In Vorarlberg setzt sie sich im Gewölbe des Schönen Mannes fort.

Eine in der Abwicklung weiter N gelegene Scherfläche trennt im westlichen Glarnerland — etwa am Glärnisch — die als Axen-Decke ausgeschiedene Einheit von der tieferen Dohlen/Forrenstock-Serie (= Mürtschen-Decke). Eine stellungsmässig vollkommen analoge Aufgliederung beobachten wir im Quer-

schnitt des Urnersees in der «Tertiärmulde» des Axenmättli, welche dort
als Axen-Decke bezeichnete Einheit in einen N- und einen S-Lappen unterte

Durch die Isentaler Berge lässt sich diese Trennung nach W bis zur Si
gäuer Schonegg verfolgen, wo sie mit der an den Alpenrand vorgeschleppt
Kreide im Pilatus ebenfalls nach NW verspringt und sich in der Klimse
Bründlenalp-Mulde noch im Gnepfstein oder Mittaggüpfi erkennen lässt.

Da das im Glarnerland als Axen-Decke ausgeschiedene tektonische Eleme
(= Axen-N-Lappen des Urnersee-Profils) im Dejenstock stirnt, während
im Glarnerland und am Walensee als Mürtschen-Decke bezeichnete Einh
(= Axen-S-Lappen) noch weiter nach N reicht, verläuft die Deckentrennu
E des Dejenstockes, am Wiggis und in den Churfirsten, zwischen dem Eoz
der Mürtschen-Decke und der untersten Kreide der Drusberg–Churfirste
Decke.

Über dem E-Ende des Walensees stellt sich dazwischen ein Jurakern ein, d
an seiner Stirn eine reliktische Hülle von Unterkreide trägt: Zementsteinschic
ten, Öhrlimergel, Öhrlikalk, Valanginianmergel. Während der Jurakern,
Lüsis-Schuppe, früher vielfach als normal stratigraphische Unterlage der Chu
firsten-Kreide betrachtet wurde, steht heute fest, dass die zugehörige Kreid
hülle durch das Vorgleiten der Churfirsten-Kreide von ihrer Unterlage abg
schert und an den Alpenrand verfrachtet wurde, wo sie uns im nördlich
Häderenberg und in der nördlichen Säntiskette, diejenige der nächstsüdlich
Schuppe, der Sennis-Schuppe, in den mit leren Säntisketten entgegentri
Andererseits ist die Lüsis-Schuppe mit dem Stirngewölbe am Dejenstock
verbinden, womit der Jurakern unter der Churfirsten-Kreide demjenigen d
Axen-Decke des Glärnisch gleichzusetzen ist. Die Sennis-Schuppe dageg
muss W der Linth mit der S an das Bös Fulen-Gewölbe anschliessenden, ebe
falls noch zur Axen-Decke gehörenden Juraplatte parallelisiert werden. Er
die im Seeztal noch weiter SE anschliessenden Jura-Schuppen fallen demna
als Unterlage der Churfirsten-Kreide in Betracht. W der Linth sind diese m
den auf dem Jura der Axen-Decke liegenden Ortstock- und Höch Turm-Schu
pen und, W des Klausen, mit derjenigen der Schächentaler Windgällen in Z
sammenhang zu bringen.

Während früher der Jura der Axen-Decke W der Reuss stets mit der Obere
Urirotstock-Decke verbunden wurde, wird dargelegt, dass dieser der Unte
ren Urirotstock-Decke gleichzusetzen ist, die Obere Uriro
stock-Decke, als westliches Äquivalent der Schächentaler Windgälle
Schuppe, ist dann als zurückgebliebener Jurakern der Drusberg-Deck
aufzufassen, von dem nur an einigen Stellen der Malmanteil mit der Kreid
mehr oder weniger solidarisch weiter nach N mitverfrachtet wurde.

Die Schichtreihe der Axen-Deck
der Reuss, am Jochpass wie am Klausenpass.
Trias über Lias, Dogger, Malm, eine deutlich
ins Eozän. Da in der Axen-Decke, analog w
oberste Kreide und das Alttertiär, jüngere
schiefer fehlen, ist es höchst wahrscheinlich,

Die helvetische Hauptschubmasse in der Zentral- und Ostschweiz

W	Zentralschweiz		W der Linth		E der Linth	E
	Jura	Kreide/Alttertiär	Jura	Kreide/Alttertiär	Jura	Kreide/Alttertiär
Wildhorn-Decke	Gitschen-Decke		Griesstock-Decke/Wageten		Chapfenberg	Säntis-Decke
		Kleintal-Serie	Kammlistock-Decke		Schilt-Decke	
		Axen-S-Lappen	Mürtschen-Decke			Schuppen des nördlichen und mittleren Säntisgebirges
	Untere Urirotstock-Decke	Axen-N-Lappen	Dejen-	Nicht abgescherte Axen-Kreide	Lüsis-	
		Herbizugegg/ Hochflue-Schuppe	Bös Fulen-	Bächistock-Decke	Sennis-	
		Bürgenstock- Urmiberg-Schuppe	Serie	Aubrige/ Silberen-Decken	Schuppen	
	Obere Urirotstock-Decke	Drusberg-Decke	Ortstock- und Höch Turm-Schuppe	Drusberg/ Wiggis-Decke	Strahlegg- Gonzen-Schuppen	Churfirsten- Alvier-Decke

iner Frühphase von ihrer Unterlage abgefahren und von den älteren Schi gliedern deckenartig überholt wurden. Ob diese höheren Serien zum Tei Schächentaler Flysch und, an den Alpenrand verschleppt, im Randflysch iegen, bleibt noch endgültig abzuklären.

NE des Seeztales, am Rosschopf (1,5 km E Flums), erscheinen im Kern öri-Falte (= Chnügrat–Flueberg-Falte = Liaskern des Bös Fulen-Gewöl ls tiefstes Schichtglied Cardinienschichten des untersten Lias. Auf der eite des Seeztales stellen sich noch die tieferen Schichtglieder ein: Quar chiefer, Rötigruppe, Melsersandstein und Verrucano.

Auch an der Basis der Drusberg-Decke tritt meist eine dünnausgew Verkehrtserie auf, eine Art «Lochseitenkalk der Drusberg-Decke». Gege tellen sich in der Toralp-Serie jüngere Schichtglieder ein.

Im Tal der Engelberger Aa reicht die Schichtreihe der Drusbe Decke von den Unteren Aalenianschiefern bis in die Zementsteinschich m Hahnen treten darunter noch Sandkalke des Lias auf. Dort, wo die höh Schichtglieder in der Urirotstockgruppe fehlen, beginnt diese tektonische eit in der Bauen–Brisen-Kette mit Schiltschichten und reicht bis in die eozä Globigerinenschiefer.

Die in der helvetischen Hauptschubmasse unterschiedenen tektonischen eiten lassen sich zwanglos in einzelne, morphologisch gut abgrenzbare chnitte gliedern, deren Bau im folgenden erläutert werden soll.

Unter dem Lochseitenkalk finden sich in wechselnder Mächtigkeit die verschürften Kreide- und Eozänmassen der Claridenkette, welche als beim Abgleiten der höheren Deckenpakete verschleppte Elemente der W der Reuss unter die Hauptüberschiebung geratenen Kammlistock-Decke gedeutet worden sind (cf. p. 97).

Über der Trias des Klausenpasses — R. BRUNNSCHWEILER (1948: 81) gibt ein Detailprofil — folgt eine erste, nur unvollständig aufgeschlossene und teilweise versackte Juraserie, die stellenweise bis in den Oberen Quintnerkalk hinaufreicht. Diese wird von einer höheren Serie abgelöst, welche am Märcherstöckli, dem gedrungenen Felsturm N des Klausenpasses, auf einer auffälligen Terrasse wiederum mit Schiltschichten beginnt und etwas weiter W erst in den Zementsteinschichten endet.

Am Glatten, der hinter dem Märcherstöckli aufragenden Felsbastion, folgt konkordant über dem Lias-Dogger-Unterbau eine schwach N-fallende Malmserie. Während diese sowohl auf den geologischen Detailkarten (J. OBERHOLZER und ALB. HEIM 1910 und J. OBERHOLZER 1942) und der Ansichtsskizze von J. OBERHOLZER (1933: Taf. 17 Fig. 5) als auch auf der geologischen Aufrißskizze «Nordhang Urnerboden» von W. BRÜCKNER, H. BOESCH und E. WEBER (in R. HELBLING 1948: Bl. 6) nur als einfache, auf Schiltschichten aufliegende Quintnerkalk-Platte dargestellt wird — auf R. HELBLING's Aufriss durch das «Mergelband» in Unteren und Oberen Quintnerkalk unterteilt —, zeigten die Neuaufnahmen auch in diesem Abschnitt eine Doppelung der Malmserie. Die untere, normal ihrer Lias-Dogger-Unterlage aufliegende Abfolge gliedert sich in der SSW-Wand des Glatten in Schiltschichten, Unteren Quintnerkalk, «Mergelband» und Oberen Quintnerkalk. Über einer deutlich verfolgbaren Schubfläche beginnt die Schichtserie nochmals mit Schiltschichten und reicht hinauf bis in die untersten Zementsteinschichten. Am südwestlichen Glatten stellt sich über einer höheren Schubfläche nochmals eine Schuppe von Quintnerkalk ein.

Der Zusammenhang der beiden tieferen Serien mit denjenigen des Märcherstöckli steht ausser Zweifel; sie sind lediglich durch Verwerfungen bruchschollenartig gegeneinander verstellt.

Die Doppelung der Malmserie lässt sich vom Klausenpass sowohl gegen E zum Ortstock (cf. p. 20) als auch noch etwas gegen W (cf. p. 75) beobachten.

Glatten–Leckistock–Jegerstöck–Ortstock

Eine erste, etwas detailliertere Gliederung der gewaltigen Felsmauer N der Klausenpassfurche in Lias, Dogger, Malm finden wir bei ALB. HEIM (1878, 1885). E der Passhöhe hielt bereits er am Firner Geissberg und SW der Alp Zingel, im Unterbau von Glatten und Leckistock, die prachtvollen liegenden Liasfalten fest.

Diese beiden auffälligen Faltenstrukturen zeichnete auch J. OBERHOLZER (1933, Taf. 17 Fig. 5). Durch die schräge Intersektion mit der Terrainoberfläche erscheinen sie weit auseinander gezogen. Nach den Ausführungen von R. TRÜMPY (1949: 29) ist die Faltenform eher knieförmig; die überkippten Mittel-

schenkel sind nur etwa 100 m lang. R. TRÜMPY weist ferner auf die besonder der Vorfrutt prachtvoll in Erscheinung tretende disharmonische Faltung zwischen den in elegantem Schwunge umbiegenden Sandkalken der Magerr schichten (Spitzmeilen- und Sexmorserie) und den im Antiklinalkern zu ein wirren Haufwerk spitzer Kleinfalten zusammengestauchten, eher plastisch Schichten der Prodkammserie. Zugleich fällt eine gegen S sich einstellen stratigraphische Reduktion auf, die R. TRÜMPY als antithetische Flexurschol treppe deutet.

SW Sali konnte R. TRÜMPY (1949: 29) in den Magerraischichten unter d kanzelartigen Vorsprung eine weitere, bisher übersehene knieförmige Fa feststellen. Dadurch wird der N-Flügel nochmals um etwa 100 m tiefer gese Von Sali gegen E lässt sich im Lias bis zum -Grat des Ortstocks ausser meh ren steilstehenden Querbrüchen von durchweg nur sehr geringer Sprunghö keine weitere, tektonisch bedeutsamere Stö ung beobachten.

A. ROTHPLETZ (1898: Taf. 2 Fig. 13, 14 u Taf. 11) übernahm für die D stellung des geologischen Aufbaues der Ortstock–Märenberg-Kette die stra graphische Gliederung ALB. HEIM's. Am O tstock zeichnete er eine intensi Verfaltung von Malm mit Berriasschichten.

Einen Fortschritt stellt die von J. OBERHOLZER auf der «Geologischen Ka der Glarner Alpen» (J. OBERHOLZER und ALB. HEIM 1910) festgehaltene Dop lung des Quintnerkalkes dar. OBERHOLZER unterschied dabei eine untere Ju serie, die bis hinaus in die Zementsteinschichten reicht, und darüber ei höhere, wiederum mit Quintnerkalk beginnende Serie, welche stellenweise so am Schijen WSW des Ortstocks — nochm s Unteren Quintnerkalk, «Merg band», Oberen Quintnerkalk und Zements nschichten umfasst.

Sowohl die Darstellungen von ALB. HEIM und A. ROTHPLETZ als auch diejeni von J. OBERHOLZER geben bereits die prach volle disharmonische Faltung zw schen plastischerem Unterbau und eher sta rem Oberbau wieder.

Später erkannte J. OBERHOLZER (1933: 94. Taf. 17 Fig. 5) im oberen Schief band der westlichen Ortstock–Märenberg Kette Schiltschichten. Die unte Serie würde darnach mit dem Oberen Quintnerkalk enden, während die obe mit den Schiltschichten einsetzen würde. Taf. 18 Fig. 3 dagegen werden der Axen-Decke keine Schiltschichten au eschieden und infolgedessen fel auch die Auftrennung in eine untere und eine obere Serie. Diese Auffassu finden wir jedoch auf J. OBERHOLZER's «Geol gischen Karte des Kantons Glaru (1942) korrigiert.

Eine noch etwas feinere Gliederung der S-Wand der Ortstock–Märenber Kette enthalten die von W. BRÜCKNER, H. BOESCH und E. WEBER aufgenomm nen geologischen Aufrißskizzen «Nordhang Kammerstock–Ortstock-Gruppe» (in R. HELB

Die Neuaufnahmen dieses Abschnittes erg stimmung mit der von J. OBERHOLZER (1933: und den geologischen Aufrissen in R. HELBLI auch in diesem Abschnitt einige für den tekt zungen anbringen. So konnten in der unterer

W des Salitritt über dem Oberen Quintnerkalk effektiv Zementsteinschichten festgestellt werden, wie dies J. OBERHOLZER (1933: 94) beschrieb und auf Profil 16 zur Darstellung brachte. Über den Zementsteinschichten folgt zunächst ein Span Quintnerkalk von wechselnder Mächtigkeit, eine Art «höchster Lochseitenkalk». Erst darüber stellt sich die mit Schiltschiefer beginnende obere Serie ein. Diese höheren Schiltschichten lassen sich in der gewaltigen Felswand N der Klausenstrasse vom Alpeli E des Leckistocks bis zum Ortstock als durchgehendes Felssims verfolgen. Lediglich E vom Salitritt greift die listrische Überschiebungsfläche der oberen Serie auf eine Distanz von etwa 400 m nicht mehr bis ins Niveau der Schiltschichten hinunter. Wenig weiter E sind die Schiltschichten an mehreren Stellen von Schutt bedeckt.

Entscheidend für den schichtmässigen Aufbau ist die E-Flanke des Ortstocks. Hier reichen die Zementsteinschichten der unteren Serie von N her gerade noch bis auf den E-Grat. Über den gegen S ausspitzenden Zementsteinschichten folgt zunächst wiederum ein Span von Quintnerkalk und darüber stellen sich die gegen N rasch ausspitzenden Schiltschichten der oberen Serie ein.

Die Existenz der auf dem Aufriss «Nordhang Urnerboden» (in R. HELBLING 1948: Bl. 6) als «Malmbreccie» und als «Korallenkalk» ausgeschiedenen Schichtglieder in der Gipfelserie des Leckistocks und der westlichen Jegerstöck werden von W. BRÜCKNER (1958: 525) widerrufen. Bei der Detailkartierung der Märenbergkette konnte am Leckistock eine geringmächtige, von einer Scherfläche durchsetzte Gipfelkappe von Zementsteinschichten festgestellt werden. In der S-Flanke ergaben die Neuaufnahmen, dass J. OBERHOLZER's (1910, 1933: Taf. 6 Profil 16, 1942) Darstellung eines Keiles von Zementsteinschichten den Tatsachen durchaus gerecht wird. Während J. OBERHOLZER diesen jedoch noch als synklinal in eine enge, liegende Quintnerkalk-Mulde eingespiesst betrachtet, deuten die Terrainbefunde, insbesondere die stellenweise deutlich sich abzeichnende Schubfläche, auf eine Überfahrung durch eine höhere Malmserie. Ausserdem sind auf J. OBERHOLZER's Profilen 15, 16 und 17 die synklinalen Verbindungen mit der als tauchender Luftsattel dargestellten Höch Turm-Schuppe (cf. p. 28) durch Schubflächen zu ersetzen.

Wie der Lias-Unterbau, so wird auch der gedoppelte Malm-Oberbau der Ortstock–Märenberg-Kette von einer Schar steiler Querbrüche durchsetzt. Obwohl ihre Sprunghöhen meist nur gering sind, liessen sie dennoch zahlreiche tiefe Erosionskehlen entstehen.

Wenden wir uns noch dem zwischen Unterbau und Oberbau liegenden Schichtstoss zu. Oberhalb Zingel richtet sich der in der Ortstock–Märenberg-Kette durchweg relativ flach N-fallende Quintnerkalk der unteren Serien von Malm und Zementsteinschichten plötzlich auf; die höheren Partien biegen deutlich faltenartig um — was besonders in den dünnbankigen Schichten des «Mergelbandes» gut zum Ausdruck kommt — und lassen eine gegen S geschlossene, talparallel streichende Mulde erkennen. Wenig weiter W, im Alpeli, vollzieht sich dieses synklinale Umbiegen im Unteren Quintnerkalk. Noch weiter W, an der Lecki, legen sich die Schiltschichten in mehrere kleinere, spitze Falten und biegen ebenfalls synklinal um. W der Alp Zingel zeichnet sich

im Eisensandstein des Dogger eine gegen S geschlossene Synklinale ab. Etw höher oben erkennen wir am Felspfeiler W Firnen die dazugehörige, durch e kleine Sekundärmulde gedoppelte Gewölbeumbiegung. Auch die unzusamm hängenden Aufschlüsse von Echinodermenbrekzie und Schiltschichten am A stieg zum Firnerloch fügen sich zwanglos in dieses Faltenbild ein. Die Str turen oberhalb Firnen stellen damit das Abbild der Liasfalte am Firner Gei berg im Dogger-Malm-Stockwerk dar.

Durch sie wird die tiefere Dogger-Malm-Serie um etwa 150 m emporgehob Diese ist damit mit der normal auf ihrer Lias-Unterlage aufliegenden Dogg Malm-Serie des Glatten zu verbinden, während die höhere Malmserie der O stock-Märenberg-Kette der höheren Malm-Platte des Glatten gleichzusetzen i Die Gratklippe zwischen Signalstock und Roten Nossen entspricht somit d Gipfelklippe am Glatten.

Etwas disharmonischer erscheint dagegen der Faltungsstil zwischen der Li falte W Zingel, ihrer entsprechenden Struktur im Dogger und in den Schi schichten im Schneetal und dem starr darüberliegenden, kaum verbogen Quintnerkalk, was wohl vor allem auf das Anschwellen der Mergelschiefe horizonte, der Aalenianschiefer und der Schiltschiefer, zurückzuführen ist.

Ortstock–Höch Turm–Eggstöcke–[illegible]ös Fulen–Pfannenstock

Der geologische Aufbau des Ortstocks, des Höch Turm und der Eggstöcke, d westlichen Gebirgspanoramas von Braunwal[illegible], wurde bereits von J. Oberholz (1933: 93) eingehend beschrieben. Die von ihm gezeichneten Profile 14 und (1933: Taf. 5) sowie die geologische Aufrißskizze «Ostseite der Kammerstoc Ortstockgruppe» von W. Brückner, H. Boesch und E. Weber (in R. Helbli 1948, Bl. 6) geben den geologischen Bau dieses Gebirgsabschnittes recht g wieder.

An der Basis der Axen-Decke unterschie[illegible] J. Oberholzer (1933: 120ff.) z nächst eine «Untere» und eine «Obere Brau[illegible]walder Zwischendecke». Im Li der Axen-Decke erkannte er bis zu den Eggstöcken zwei kleinere, nach N übe kippte Falten. Am Ortstock zeichnete Oberholzer über einer bis in die unte sten Zementsteinschichten hinauf reichenden Serie der Axen-Decke zunäch einen Keil von Quintnerkalk, darüber eine erste, an der S-Flanke mit Schil schichten einsetzende und wiederum mit Zementsteinschichten endigende, i sich verfaltete Schuppe, die Ortstock-Schuppe. Die Höch Turm–Chilchber Kette fasste Oberholzer als eine noch höhere, tauchfaltenartig struiert Schuppe von Quintnerkalk und Zementsteinschichten auf, die er, wie die Or stock-Schuppe, synklinal mit der Malm-Serie [illegible]

Bei den Untersuchungen des Lias der Glarne
23ff.) die wahre Natur der von J. Oberholz
decken» ausgeschiedenen Elemente abklären.
in der verkehrt liegenden Liasserie unter der
singen (J. Oberholzer 1933: 121), erkannte R.
«Schenkel einer grossen, durch Scheitelbrüch

Kilometer nach NW überliegenden Falte», seiner Oberblegi-Falte; ihr Kern wäre die Schlattberg-Trias. Der Lias ihres Normalschenkels lässt sich bis in die Felswand über dem Erlenberg, NW von Rüti, verfolgen, wo die Magerraischichten in einer liegenden Mulde umbiegen. Über dem Hangendschenkel stellen sich über tektonisch reduziertem Unterlias mächtige Quartenschiefer ein. J. OBERHOLZER fand darüber noch Rauhwacke. Die von ihm als basale Trias der Axen-Decke aufgefassten Quartenschiefer von Ohren (cf. J. OBERHOLZER 1942) gehören nach R. TRÜMPY (1949: 26) der vom S-Hang des Chnügrates niedergefahrenen Sackung an.

Am N-Absturz des Chnügrates konnte R. TRÜMPY über verkehrt liegenden groben Sandkalken der Magerraischichten, der Fortsetzung der Erlenberg-Synklinale, verfältelte, eine spitze liegende Antiklinale bildende Prodkammschichten beobachten. Diese tragen normal Spitzmeilenserie, Sexmorserie und Aalenianschiefer des eigentlichen Chnügrates. Damit war die von J. OBERHOLZER stets vermisste Gewölbeumbiegung, die ihn zur Abtrennung des verkehrten Lias als «Obere Braunwalder Zwischendecke» bewog, gefunden.

Die Stirnumbiegung am Chnügrat zeichnet sich nach R. TRÜMPY im Mittellias des Fluebrig-Gewölbes, am N-Fuss der Eggstöcke, ab und wird dort durch eine scheitelbruchartige Störung verdoppelt. Das Flueberg-Gewölbe seinerseits ist als Liaskern des Bös Fulen-Gewölbes zu betrachten (cf. p. 24).

Für die S der grossen Sackungsmassen von Braunwald auftretende, unter der Triasunterlage der Axen-Decke liegende, maximal 80—90 m mächtige Liasserie zwischen Unter Friteren und Nussbüel — an deren Basis R. TRÜMPY E der Staldenrus (Fritternrunse) unmittelbar über dem Lochseitenkalk eine dünne Linse von Quartenschiefern beobachten konnte — schlägt er die Bezeichnung «Frittern-Schuppe» vor.

Diese Liasserie — nach R. TRÜMPY (1949: 29) etwas Infralias-Quarzit und schiefriger Unterlias, vor allem aber Cardinienschichten — ist in sich verfältelt und verschuppt. R. TRÜMPY betrachtet die Frittern-Schuppe als den etwas im S zurückgebliebenen Unterlias, «der zwischen Trias und Spitzmeilen- beziehungsweise oberer Prodkammserie in der Erlenberg-Synklinale und im Verkehrtschenkel der Kneugrat-Falte infolge tektonischer Ausquetschung fehlt».

In der gewaltigen Liaswand, die sich vom Riedstöckli unterhalb Rieter Ortstafel, Bräch, Bruwaldalp Ober Stafel zum Chnügrat hinüberzieht und die Terrasse von Braunwald von der höheren von Bräch–Bruwaldalp Ober Stafel trennt, zeichnet sich S des Zillibaches eine prachtvoll erkennbare Pli-Faille ab. «Die leicht verbogene, 40° südfallende Verwerfung erscheint», wie R. TRÜMPY bemerkt, «in der Sexmorserie als Scheitelbruch, in der Spitzmeilenserie dagegen als Synklinalstörung.»

S des Brächerbaches werden die Liassandkalke zu einer zweiten, Z-förmigen Falte zusammengestaucht, wobei der nördliche Schenkel um etwa 80 m tiefer gesetzt wird (cf. J. OBERHOLZER 1933: 93 und R. TRÜMPY 1949: 27). Eine letzte Störung erfolgt im nun sanft nordwärts zur Chnügrat-Falte ansteigenden Schichtstoss in der Hundsfelli, E von Bruwaldalp Ober Stafel, wo R. TRÜMPY Spitzmeilenserie und am oberen Weg sogar Prodkammserie auf Sexmor-Sand-

kalke aufgeschoben feststellen konnte. J. Oberholzer (1933: 97) und R. Trüm (1949: 27) betrachten diese Schuppe als Liaskern der Eggstock-Falten.

Zwischen Rieter Ortstafel und Gumen ist der Kontakt der beiden Stoc werke, des Lias und der ebenfalls eine mächtige Felswand bildenden Dogg Malm-Platte, durch grössere Sackungen und ausgedehnte, durch schlusseisze liche Gletschervorstösse verfrachtete Bergsturzmassen verhüllt. Wie jedo aus der etwas abweichenden Detailstruktur in den beiden Wandstufen herv geht, vollzogen sich in den dazwischen liegenden, bei Rieter Ortstafel und Br waldalp Ober Stafel aufgeschlossenen Aalenianschiefern gewisse Differenti bewegungen.

Eine erste spitze, nordwärts überkippte Falte zeichnet sich über Bergeten den zuerst noch konform mit dem Schichtstoss des Lias-Stockwerkes ras flacher einfallenden Schiltschichten der Ortstock-Basis ab. Offenbar übernah sie im Dogger-Malm-Stockwerk einen Teil des Bewegungsausgleiches, der Lias in der Zillibach- und in der Brächalp-Falte erfolgte. Im starreren Quintn kalk brach die Bergeten-Falte längs einer Schubfläche auf. Unter der Moräne decke des Lauchboden entzieht sich diese Scherfläche jedoch rasch der weiter Beobachtung.

In der Legerwand und über der Bützi beginnt die Malm-Platte gegen d Eggstock–Bös Fulen-Kette wieder anzusteigen. Dabei wird sie von zahlreich steilstehenden Brüchen durchschert, die trotz ihrer meist geringen Sprunghö auf der unwirtlichen Karrenhochfläche von Rund Eggen durch ihr SE–N Streichen auffallen. Eine bedeutendere, etwas flacher verlaufende Scherfläc lässt sich vom Chüetal S der Bützi (cf. J. Oberholzer 1933: 100) durch das T chen gegen Erigsmatt, längs dem S-Rand des Zementsteinschichten-Vorko mens der Gletti und S von Chilchbüelen und Heidenstäfeli bis S Robutzli, ein Dogger-Aufbruch E des Bisistales, verfolgen.

Unter den Eggstöcken stellen sich im Dogger und besonders in den Schi schichten — hier überdies noch von einer intensiven Kleinfältelung begleitet zwei kleinere, nach N geneigte Falten ein, J. Oberholzer's (1933: 96/97 u Taf. 18 Fig. 4) südliche und nördliche Eggstock-Falten, während sich der mas gere Quintnerkalk als nur schwach verbogene Platte darüber legt. Einen prac vollen Einblick in den tektonischen Bau der Eggstock-Kette und des W a schliessenden Bös Fulen bieten die schroffen Felswände des Talschlusses v Bösbächi, wobei besonders die in der Echinodermenbrekzie und vor allem den Schiltschichten sich abzeichnende nordwärts überkippte, spitz ausgezoge Falte in den Davidsätzen (= J. Oberholzer's südliche Faulen-Vorfalte) a fällt (cf. p. 194/195).

In elegantem Schwunge wölben sich N daran anschliessend Dogger, Schi schichten und Quintnerkalk zur eindrücklichsten Struktur der Axen-Dec zum Bös Fulen-Gewölbe, empor, um auf der N-Seite des Tales, am Rüchigr mit leicht nordwärts überkipptem N-Schenkel wieder steil nach S einzufall In der Sohle des Talhintergrundes treten zunächst schwarze Aalenianschie zutage; wenig weiter talauswärts, am Flueberg, sind Sexmor- und Spitzmeile serie des Gewölbekerns aufgeschlossen.

Vom Bösbächital aus lässt sich das Bös Fulen-Gewölbe weit nach W verfolgen; es wird dokumentiert zunächst in einem ersten Dogger-Aufbruch im Kar NW des Bös Fulen, dann, WSW des Schafstöckli, einem von intensiv verfalteten Schiltschichten aufgebauten nördlichen Felsvorsprung, in einem zweiten, bis auf die tieferen Schichten des Eisensandsteins hinunter aufgeschlossenen Dogger-Aufbruch, dem nördlichen Brunalpeli-Aufbruch. Am E-Abfall und am SW-Grat des Pfannenstock zeichnet sich die Gewölbestruktur in dem durch das «Mergelband» gegliederten Quintnerkalk deutlich ab. Im verkarsteten Felsrücken der Stöllen büsst dieses Gewölbe gegen Bärensol und gegen das Bisistal allmählich an Intensität ein; der überkippte N-Schenkel wird steil normal. Seine tektonische Bedeutung behält es jedoch unvermindert bei.

Unmittelbar S des Bös Fulen-Gewölbes schliesst im Brunalpeli, am Aufstieg zur Brunalpelihöchi, die W des Bös Fulen ebenfalls wieder erscheinende Davidsätz-Falte an. Seit dem hinteren Bösbächital hat sie allerdings stark von ihrer spitz ausgezogenen Form verloren, so dass sich ihre Gestalt S des Brunalpeli in ein gegen W zusehends flacher werdendes Gewölbe verwandelt hat. An ihrer N-Flanke hat sich eine ausgeprägte steile Scherfläche eingestellt, längs der sich der Bewegungsausgleich vollziehen konnte.

Vom NW-Kar des Bös Fulen steigt eine auffällige, bereits von J. OBERHOLZER (1933: Taf. 19 Fig. 3) gezeichnete Scherfläche schräg gegen das E-Ende des Gipfelgrates empor und fällt auf der S-Seite gegen das Firnfeld SE des Bös Fulen ab. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, setzt sich diese Bös Fulen-Scherfläche nach E in die Davidsätz-Falte fort, nach W in diejenige, welche im Brunalpeli die beiden Dogger-Aufbrüche voneinander trennt und, weiter gegen W, gegen die südliche Schulter des Pfannenstock ansteigt. Über die wild verkarsteten Hochflächen der Stöllen ist ihr weiterer Verlauf im Gewirr der Bruchscharen nur schwer festzustellen. Sehr wahrscheinlich verteilt sich die Scherbewegung in diesem Abschnitt auf mehrere kleinere Scherflächen. Ohne Zweifel verläuft sie N des Robutzli, folgt entlang der N-Wand des Chli Chupferberg und zielt auf Bärensol, wo sie wiederum einen nördlichen Doggerkern — der nun aber gewaltig an Bedeutung eingebüsst hat — von einem südlichen Hauptkern trennt. Damit ist die dominierende Stellung, welche das Bös Fulen-Gewölbe im Bösbächital innehatte, im Bisistal auf das der Davidsätz-Falte entsprechende südliche Strukturelement übergegangen.

Was hat nun diese ausserordentlich weit verfolgbare Scherfläche im Bauplan der Axen-Decke zu bedeuten? Es ist naheliegend, diese Scherfläche mit der Abscherung der heute im nördlichen Deckenabschnitt übereinander gestapelten Kreide-Teildecken, der Bächistock-Decke und der Silberen-Decke, in Zusammenhang zu bringen. Ohne Zweifel müssen Abscherungen von derartigem Ausmass tiefer greifen und sich in der Jura-Unterlage abzeichnen. Wie wir im Talschluss von Bösbächi erkennen, beeinflusst diese Auftrennung der Jura-Unterlage noch den Dogger und möglicherweise greift sie in der von R. TRÜMPY (1949: 26) beschriebenen «scheitelbruchartigen Störung», welche den Faltenkern der Chnügrat-Falte am Flueberg verdoppelt, sogar bis in den Lias hinunter.

Wie aus den Abwicklungsbreiten hervorgeht (cf. p. 172), dürfte die von S auf

das Bös Fulen-Gewölbe aufgefahrene Gipfelserie, die Davidsätz-Falte und d Gewölbe des südlichen Dogger-Aufbruches von Brunalpeli, den Jurakern d Bächistock-Decke, darstellen.

In gleicher Weise wäre die nächst südliche bedeutende Scherfläche, diejeni von Gletti–Chilchbüelen–Heidenstäfeli, als Fuge zwischen Bächistock-Decl und Silberen-Decken im Jura-Stockwerk zu deuten. Die Silberen-Decke wären somit S dieser Scherfläche auf den ausgedehnten Vorkommen von Z mentsteinschichten von Erigsmatt–Charetalp–Glattalp zu beheimaten, was sic auch mit der Raumbreite der Silberen-Kreide gut decken würde.

Die Verbindung all dieser einzelnen Strukturelemente im Dogger-Maln Stockwerk zwischen Urnerboden–Linthtal und dem Bisistal ist aus der Z sammenstellung p. 27 ersichtlich.

Auf dieser ausgedehnten Quintnerkalk-Platte, die von zahllosen, in mehrere sich kreuzenden Systemen angeordneten Brüchen durchsetzt wird und an ein gen bedeutenderen Scherflächen dachziegelartig zusammengestaucht erschein liegen zwischen der Ortstock–Märenberg-Kette und dem Bös Fulen-Gewölb mehrere, zum Teil recht ausgedehnte Vorkommen von dunkleren Merge schiefern und Mergelkalken. J. Oberholzer (1910, 1933: 276 und 284/285 sow 1942) fasst sie in ihrer Gesamtheit als «Zementsteinschichten» zusammen un stellt sie ins «Portlandien».

Zufolge ihrer südlichen, bedeutend mergelig-schieferigen Fazies lassen s sich in diesem Abschnitt — im Gegensatz etwa zu ihrem Typusgebiet am N-Uf des Walensees, am Mürtschenstock oder am Glärnisch — nicht mehr klar i einen tieferen Komplex von eigentlichen Zementsteinschichten (sensu Arnol Heim 1916) und eine höhere, den Unteren Öhrlimergeln gleichzusetzende Al teilung gliedern. Sehr wahrscheinlich dürfte im Unterbau des Höch Turm un des Chilchberg, im Firstli und im Pfaff sowie S des Glattalpsees der gesam Öhrlikalk vermergelt sein, so dass dort Faziesverhältnisse vorliegen würde wie sie vom Alviergebiet bekannt sind. Auf Grund von Fossilfunden in de untersten 10 m (cf. C. Schindler 1959, R. Hantke 1960) ist der gesamte Kon plex in die unterste Kreide zu stellen. Wie bereits oben angedeutet, sind si als Substrat der Silberen-Decken zu betrachten, deren Schichtreihe am Kalter brünneli, am Weg vom Dreckloch nach der Hinteren Silberenalp, mit den obe sten Valanginianmergeln einsetzt.

Über die tiefere Schichtserie der Axen-Decke, die im Unterbau der Or stock–Märenberg-Kette von der Trias über Lias, Dogger, Malm bis in di unterste Kreide reicht, legt sich im S noch eine höhere Serie, die Ortstock Schuppe. Sie beginnt in der S-Wand der Jegerstöck und auf der S-Seit des Ortstocks (cf. p. 20) mit Schiltschichten und reicht wiederum bis in di Zementsteinschichten hinauf. Neben den bish dem NW-Grat des Ortstocks, N des Signalstock ten noch auf Roten Eggen, auf Mären und auf als listrisch abgescherte, mit ihrer Malm-Unter likte festgestellt werden.

An der Ortstock-Furggele folgt über der Sti

W

Bisistal

Nördlicher Bärensol-Aufbruch

Südlicher Bärensol-Aufbruch

Chupferberg-Falte

Hengst-Falte

Nördliche Märenspitz-Falte

Südliche Märenspitz-Falte

Bergherd-Falte

Nördlicher Brunalpeli-Aufbruch

Stöllen-Pfannenstock

Südlicher Brunalpeli-Aufbruch

Robutzli-Aufbruch

Heidenstäfeli-Chilchbüelen-Gletti-Aufschiebung

Schneetal-Falte

Firnerloch-Falte

Urnerboden

Linthtal

Bös Fulen-NW-Kar-Aufbruch

Bös Fulen-Gipfelscholle

Nördliche Eggstock-Falte

Südliche Eggstock-Falte

Bös Fulen-Gewölbe

Davidsätz-Falte

Bützi-Scherfläche

Bergeten-Falte

mals eine höchste Schuppe, welche den Höch Turm aufbaut. Diese höcl Schuppe, die Höch Turm-Schuppe, lässt sich nach W bis N zum (Chilchberg verfolgen. Dort bricht sie unvermittelt steil ab und fehlt, mit A nahme einer ganz kleinen Platte von Quintnerkalk, auf den Zementsteinschi ten, welche den Grat weiter gegen W, Firstli, Pfaff und Hengst, aufbauen.

Die Schichtreihe der Höch Turm-Schuppe beginnt an der SE-Flanke Höch Turm mit Schiltschichten und endet nach oben, am Grossen Chilchb und am Flätstock, in den Zementsteinschichten. Etwas unterhalb der Quintr kalkserie lässt sich das «Mergelband» erkennen, besonders deutlich am SE-G des Höch Turm.

Auch in der Ortstock–Märenberg-Kette stellt sich über den Zementste schichten der Ortstock-Schuppe, an den si dlichsten Stellen zwischen Sigr stock und Roten Eggen–Mären über dere Oberem Quintnerkalk, mit ei scharfen Schubfläche ebenfalls eine höchst Schuppe ein, eine Gipfelklippe v Quintnerkalk. Auffallenderweise endet di se höchste Schuppe E des Sigr stockes genau dort, wo in der Chilchberg- Höch Turm-Kette die Höch Tur Schuppe einsetzt, und zwar geschieht dies mit einer geradezu überraschend Präzision, beträgt doch die Differenz zwis hen der Stelle, wo die Senkrec zur Streichrichtung der Ortstock–Märenberg-Kette auf Chilchberg–Höch Tur Kette auftrifft, kaum 100 m, die Abweichun g somit weniger als 5°.

Dieses differentielle Vorgleiten der Höch Turm-Scholle muss bereits vor d Bildung der Glattalpsee-Talung erfolgt sein Sehr wahrscheinlich wurde die Hochtal gerade durch das Vorgleiten der Höch Turm-Scholle bedingt, ind dadurch nicht nur sie selbst, sondern auch ihre Unterlage, die Zementste schichten der Höch Turm-Basis und ihre westliche Fortsetzung, Firstli u Pfaff, differentiell nordwärts bewegt wurd , so dass die ursprünglich zusa menhängenden Vorkommen von Zementsteinschichten der Axen-Decke N u S der Glattalpsee-Talung längs E–W-verlaufenden Scherflächen auseinand gerissen worden wären. Dass dabei die der Achsen-Depression des Bisistal näher gelegenen Partien stärker erfasst wurden, fände ihren Ausdruck in de mehr E–W-verlaufenden Streichen der Pfaf –Firstli–Höch Turm-Kette. An d Ortstock-Furggele, dem von der Bisistal-D pression am weitesten entfernt Punkt, dagegen blieb der Zusammenhang gewahrt.

Der tektonische Bau der Höch Turm-Schuppe wird in den Hauptzügen bere von J. Oberholzer (1933: 96) klar dargelegt: eine listrisch abgescherte Schol die im S, an der Ortstock-Furggele, mit steil, fast senkrecht stehenden Schi schichten beginnt. Diese werden an ihrer Basis, wie die darüber folgend Quintnerkalke, gegen N schräg abgeschert, während sich umgekehrt unter de Quintnerkalk gegen N Zementsteinschichte einstellen. Dabei biegen d Schichten aus der Senkrecht-Stellung N der immer flachere Lagerung um. Auf der N-S Stirnumbiegung ab, was durch den Verlauf de des Chilchberges gut zum Ausdruck kommt.

Wie die tieferen Serien, so wird auch die Hö meist ziemlich steil verlaufenden Querbrücl

igen bedeutende Verstellungen, so besonders der den Gipfel des Chli ilchberg emporhebende Bruch und die WSW–ENE verlaufende Störung, lche den Flätstock gegenüber der Höch Turm-Scholle um rund 60 m tiefer zt.

Dass diese Scholle zudem von steilstehenden, ± E–W verlaufenden Scher- ichen durchsetzt ist, wird neben der parallel dazu verlaufenden N-Wand auch rch die bedeutenden Sackungs- und Bergsturzmassen auf der S-Seite der öch Turm–Chilchberg-Kette dokumentiert. Das Auftreten des «Mergelban- es» in der Sackungsmasse oberhalb Hinter den Steinen mit Pt. 2082 lässt ihre lerkunft und damit einen Sackungsbetrag von 110 m ermitteln. Die Sackungs- assen etwas weiter W, unter dem Chli und Gross Chilchberg, enthalten neben Quintnerkalk noch Schiltschichten von der Basis der Höch Turm-Scholle.

Wenn in der Abwicklung der Kreide-Decken auf ihre ehemalige Jura-Unter- lage die Silberen-Kreide südwärts nur bis zum Glattalpsee ausreicht, so stellt sich die Frage, was mit der Kreidehülle der Ortstock- und der Höch Turm-Schuppe geschah. Wurde diese bis auf den kleinen Rest von Zementsteinschich- ten aberodiert, nie abgelagert oder allenfalls auch abgeschert? Ein Abtrag gerade bis auf das am leichtesten verwitterbare Schichtglied ist ohnehin un- wahrscheinlich. Für eine Schwelle S der Silberen-Kreide fehlen dort jede An- zeichen. Es verbleibt somit nur Abscherung. Da S an die Silberen-Kreide die- jenige der Fluebrig-Stirn anzuschliessen ist, ergibt sich, dass die Ortstock- und die Höch Turm-Schuppe nur die Jurakerne der Drusberg-Decke darstellen können (cf. p. 137).

Stratigraphische Detailprofile

Profil durch Eisensandstein und Echinodermenbrekzie der Axen-Decke im Dogger-Aufbruch des Brunalpeli, Koo. (1): 712970/202070/2020, (8): 712950/202290/1980

			Blegioolith (cf. p. 34).
			Graue Echinodermenbrekzie (ca. 45 m):
(8)	25	m	grauer, grobspätiger, gebankter Echinodermenkalk mit Belemniten.
(7)	10	m	graubraun anwitternder, feinspätiger, dunkelgrauer Kalk, von Tonhäuten durchsetzt, mit Knollen und Lagen von feinkörnigem Sandstein.
(6)	10	m	gelbbraun anwitternder, grobspätiger, grauer Echinodermenkalk mit *Chlamys* und grauen, tonig-siltigen Knollen und Bändern; gegen oben feinspätiger werdend.
			Rote Echinodermenbrekzie:
(5)	8	m	gelbbraun anwitternder, äusserst grobspätiger Echinodermenkalk mit lumachellenartigen Lagen von herausgewitterten Echinodermen- und Schalentrümmern; mit eingelagerten Bänken von dunkelbraunrotem Eisensandstein und roter Echinodermenbrekzie.
			Eisensandstein (ca. x + 52 m):
(4)	3	m	knorrig-löcherig anwitternder, knolliger, eisenschüssiger Sandstein.
(3)	4	m	dunkelbraunroter, zäher, feinkörniger Eisensandstein, deutlich gebankt.

) 15 m gelblich brauner, feinkörniger, eisenschüssiger Sandstein, oberflächli entkalkt.

) x+30 m feinkörniger, knollig-lagiger Eisensandstein mit dunklen, bituminös welligen Tonschieferlagen; im unteren Teil mit grossen Quarzkörnern.

ofil durch Echinodermenbrekzie und Schiltschichten der Axen-Decl im Dogger-Aufbruch des Robutzli, Koo. (1): 709560/200240/1770, (11): 709700/200280/1830

Unterer Quintnerkalk

Oberer Schiltkalk (ca. 33 m):

) 5 m fleckig gelblich grau anwitternder, feinkristalliner, gebankter Kalk, Unteren Quintnerkalk übergehend.

) 28 m gelblich grau anwitternde, von subparallelen Tonhäuten durchzoge Kalkbänke wechsellagern mit mergelig-schieferigen Mergelkalken, gegen oben immer stärker zurücktreten.

) 7 m Schiltschiefer: gelblich beige anwitternde, von subparallelen To häuten durchzogene, dünnschieferige Mergel und Mergelkalke; geg oben kalkiger werdend, im obersten Teil mit vereinzelten Belemniten; scharfer Grenze auf (8) aufliegend.

) 5 m Unterer Schiltkalk: primärbrekziöser, fleckig gelblich beige witternder Kalk, von bräunlich violetten Schlieren durchzogen, stell weise mit zahlreichen Lamellibranchier-Querschnitten, Belemniten u unbestimmbaren Ammoniten; mit scharfer Grenze auf (7) aufliegend.

) 0,02 m feinkristalliner, grauer, chamositischer Kalk. Blegioolith konnte im butzli-Aufbruch wie auch im Geissberg-Profil (cf. J. Oberholzer 19

	setzt; mit Schalentrümmern, kleinen Gastropoden und vereinzelten Berriasellen.
m	gelblich anwitternder Kalk mit rostigen tonigen Schlieren.
,5 m	hell beigegrau anwitternder, dünnplattiger Mergelkalk; schlecht aufgeschlossen.
1,8 m	hellgrau anwitternder, schwach mergeliger Kalk mit Einlagerungen von dolomitischen Knollen; vereinzelte Belemniten.
1,5 m	hell beigegrau anwitternder Mergelkalk mit dolomitischen Einlagerungen; nach oben mergeliger werdend.
10 m	hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk mit unregelmässigen dolomitischen Einlagerungen.
4,5 m	beigegrau anwitternde, graue, zuckerkörnige Dolomitbank mit stärker zurückwitternden Kalkknollen.
1,2 m	hellgrau anwitternder Kalk mit dolomitischen Mumien.
14 m	hellgrau anwitternder, undeutlich gebankter Kalk mit bänderartigen, beige anwitternden dolomitischen Einlagerungen.
5 m	undeutlich gebankter Kalk mit dolomitischen Einlagerungen, etwas schieferiger ausgebildet.
1 m	hellgrau anwitternder, brekziöser Kalk mit Rhynchonellen und Schalentrümmern.
5 m	feinkristalliner, undeutlich gebankter Kalk mit dolomitischen Einlagerungen.
1 m	feinspätiger, brekziöser Kalk mit dolomitischen Komponenten und dolomitischer Zwischenlage; etwas deutlicher gebankt.
10 m	hellgrau anwitternder, deutlich gebankter Kalk mit vereinzelten Belemniten.
1,5 m	feinbrekziöser, dolomitischer Kalk.
8 m	hellgrau anwitternder, gebankter Kalk mit dolomitischen Linsen.
3 m	dünnbankiger, groboolithischer Kalk.
5,5 m	hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk mit dolomitischen Zwischenlagen; vereinzelte Belemniten.
8 m	hell anwitternder, spätiger Kalk, durch schieferige Schichtfugen deutlich gebankt.
4 m	hellgrau anwitternder Kalk mit mächtigen Dolomiteinlagerungen.
1,5 m	graubeige anwitternde, hellgraue Dolomitbrekzie.
5 m	hellgrau anwitternder Kalk mit dolomitischen Einlagerungen.
6 m	hell anwitternder, feinkristalliner Kalk, deutlich dickbankig.
6 m	gebankter, onkoidischer Kalk mit vereinzelten Schalentrümmern und dolomitischen Zwischenlagen.
) 0,8 m	onkoidischer Kalk mit Schalentrümmern und Spatangiden.
) 10 m	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, deutlich gebankter Kalk.
) 0,5 m	feinbrekziöser, grauer Kalk.
) 7 m	hell anwitternder, feinkristalliner, gebankter Kalk.
3) 1,5 m	deutlich gebankter, feinkristalliner Kalk mit vereinzelten Dolomitknollen.
2) 0,5 m	hellgrau anwitternder, feinbrekziöser Kalk mit Belemniten.
1) 2,5 m	feinkristalliner Kalk mit faustgrossen Dolomitknollen.
70) 3,5 m	hellgrau anwitternder, dünnbankiger Kalk mit Belemniten.
69) 1 m	beigegrau anwitternder, feinbrekziöser Kalk.
(68) 2,5 m	äusserst hell anwitternder, dickbankiger Kalk mit grümeliger, brekziöser, ca. 30 cm mächtiger Schichtfuge.
(67) 1,2 m	hellgrau anwitternde Primärbrekzie mit bis gegen 10 cm grossen Komponenten.
(66) 5,5 m	hell anwitternder, feinkristalliner, massig bis dickbankiger Kalk.
(65) 4,5 m	massig, dickbankiger, feinkristalliner Kalk mit bis 80 cm mächtigen brekziösen Einlagerungen und dünnplattigen Schichtfugen.

(64) 2 m deutlich gebankter Kalk mit Schalentrümmern und Stromatoporen.
(63) 10 m dickbankiger, hellgrauer Kalk mit kleinen Terebrateln, an der Basis etw dünnbankiger.
(62) 5,5 m dickbankiger Kalk mit dünnplattig bis schieferigen Schichtfugen.
(61) 2,5 m mergelig-dolomitischer Kalk mit zahlreichen Terebrateln.
(60) 13 m hellgrau anwitternder, dickbankig bis massiger, feinkristalliner Kalk m vereinzelten Schalentrümmern, gegen oben beigegrau anwitternd.
(59) 0,3 m etwas mehr mergelig-oolithische Schichtfuge.
(58) 10 m hell beigegrau anwitternder, dickbankiger bis massiger Kalk.
(57) 3 m weisslich anwitternder, mehr massiger, feinkristalliner Kalk.
(56) 3 m dünnbankig, fast schieferiger, von subparallelen Tonhäuten durchzogen Kalk, mit oolithischen Lagen wechsellagernd.
(55) 4,5 m hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk, nach oben massiger werde
(54) 3,5 m dickbankig bis massiger, feinkristalliner Kalk mit oolithischen Schich fugen.
(53) 1,5 m beigebräunlich anwitternder, feinkristallin-feinoolithischer, massiger Kalk.
(52) 15 m hell anwitternder, feinkristalliner, deutlich dickbankiger Kalk, Schich fugen von subparallelen Tonhäuten durchzogen; nach oben massig werdend.
(51) 3,5 m hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk mit oolithischen Schichtfug
(50) 13 m fast weiss anwitternder, dickbankiger Kalk mit vereinzelten Terebrate nach oben massiger werdend.
(49) 0,3 m mergeligere, von Tonhäuten durchzogene Schichtfuge mit rötlichen Onk iden.
(48) 15 m fast weiss anwitternder, hellgrauer, feinkristalliner Kalk mit vereinzelt Terebrateln.
(47) 2,5 m undeutlich gebankter, schwach mergeliger Kalk.
(46) 24 m fast weiss anwitternder, massiger Kalk; in der Mitte schlecht aufgeschl sene Schichtfuge.

Oberes «Mergelband» (ca. 10 m):

(45) 6,5 m hellgrau-beige anwitternder, unregelmässig dünnbankiger Kalk mit u ebenen, von subparallelen Tonhäuten durchzogenen, mergeligeren Schic fugen.
(44) 4 m hellgrau anwitternder, feinkristallin-feinoolithischer, undeutlich di bankiger Kalk mit vereinzelten subparallelen Tonhäuten.

Dickbankigere, zwischenlagernde Kalke (ca. 30 m):

(43) 16 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner Kalk, undeutlich gebankt bis mas
(42) 2 m schlecht aufgeschlossener Kalk; Profil durch eine Scherfläche etwas störd.
(41) 6 m undeutlich gebankter, fast massiger, feinoolithischer Kalk, gegen oben deutlich dünnbankig werdend.
(40) 5 m weisslich anwitternder, feinkristalliner, massiger Kalk.

Unteres «Mergelband» (ca. 38 m):

(39) 10 m beige anwitternder, leicht grümeliger, mergeliger Kalk mit Tonhäut undeutlich gebankt.
(38) 7,5 m grauer, grümeliger, dünnbankiger Kalk; schlecht aufgeschlossen.
(37) 4,5 m massiger, etwas dunkler, grau anwitternder Kalk.
(36) 9 m hellgrau anwitternder, dickbankig bis massiger Kalk mit vereinzelten T häuten.
(35) 3 m beige anwitternder, organogener Kalk.
(34) 3,5 m hellgrau anwitternder, grauer, leicht grümeliger Kalk, von Tonhäu durchzogen.

Unterer Quintnerkalk (ca. 136 m):

) 2,5 m stark tektonisierter, wirr von Calcitadern durchsetzter Kalk, Bruchfläche (Weg: Dreckloch–Brunalpeli).
) 13 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner Kalk; verschiedentlich tektonisiert.
) 18 m hell anwitternder, dickbankig-massiger Kalk.
) 27 m hell anwitternder, dickbankig-massiger Kalk mit durchhaltenden Tonschlieren.
26 m hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk; in der mittleren Partie mit vereinzelten, grau-schwarzen Silexknollen.
12 m hellgrau anwitternder, gebankter Kalk.
2,5 m hellgrauer, undeutlich gebankter Kalk mit dolomitischen Knollen.
10 m fast weiss anwitternder, dickbankig-massiger, hellgrauer Kalk.
11 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner, deutlich gebankter Kalk.
7 m grau anwitternder, relativ dünn gebankter Kalk.
8 m Übergang in hellgrau anwitternde, dickbankig-massige Kalke (Unterer Quintnerkalk) durch Zurücktreten der Tonhäute.

Oberer Schiltkalk (ca. 27 m):

27 m leicht gelblich anwitternde, durch undeutlich hervortretende Schichtfugen gebankte Kalke; von feinen Tonhäuten durchzogen.

Schiltschiefer (ca. 36 m):

5,5 m gelblich-grau anwitternde, von Tonhäuten durchzogene Kalkschiefer; schlecht aufgeschlossen.
5 m gelblich anwitternde, durch mergelig-schieferige Zwischenlagen getrennte Kalkbänke.
) 2 m gelblichgraue, kalkige Mergelschiefer.
) 6,5 m gelblich anwitternde, massigere, von tonigen Schlieren durchzogene Kalkbänke; durch geringmächtige mergelig-schieferige Zwischenlagen getrennt.
) 3 m graue, mergelige Kalkschiefer mit dünnen, gelblich anwitternden kalkigeren Bänken wechsellagernd; schlecht aufgeschlossen.
) 1,6 m gelblich anwitternde, kompaktere, von Tonschlieren durchzogene Kalkbank.
) 1,8 m gelblichgrau anwitternde, kalkige Mergelschiefer.
) 9 m Wechsellagerung von grauen, von tonigen Schlieren durchzogenen, kalkigen Mergelschiefern mit kompakteren, linsenartigen Kalkbänken; nach oben allmähliches Vorherrschen der Kalkbänke, mit vereinzelten, konglomeratischen Lagen.
) 1,6 m von tonigen Schlieren durchzogene Kalkbänke, durch mergelig-schieferige Zwischenlagen getrennt.
) 0,3 m mergelig-schieferige Zwischenlage, mit deutlichem Clivage.

Unterer Schiltkalk (ca. 8 m):

) 1,2 m gelblich anwitternder, von braunschwarzen Schlieren durchzogener Kalk.
) 0,9 m gelblich bis schwach rötlich anwitternder, leicht schieferiger konglomeratischer Kalk.
9) 1 m auffällig rötlich anwitternder, konglomeratischer Kalk mit vereinzelten Belemniten und zahlreichen, meist schlecht erhaltenen Ammoniten.
8) 0,5 m gelbliche Kalkbänke, durch kalkige Mergelschiefer getrennt.
7) 2,2 m leicht schieferiger, konglomeratischer Kalk, durch weniger stark konglomeratische Zwischenlagen getrennt.
(6) 0,5 m gelbliche Kalkbänke, durch mergelige Schieferlage getrennt.
(5) 1,5 m konglomeratisch-schieferiger Kalk; mit scharfer Grenze transgredierend auf:

Blegioolith (ca. 1 m):

(4) 0,2 m rötlicher Kalk mit hämatitischen Eisenoolithen und zahlreichen, schl erhaltenen Fossilsteinkernen.

(3) 0,2 m gelblich-bräunlich anwitternder, spätiger Kalk, von hämatitischen Sch ren durchzogen.

(2) 0,2 m rötlicher, stark eisenoolithischer Kalk.

(1) 0,6 m stark eisenoolithischer, schiltkalkartiger Kalk mit violettroten, häma schen Erzlagen; mit scharfer, unebener Grenze gegen:

Graue Echinodermenbrekzie: bräunlich anwitternder, sp ger Echinodermenkalk mit vereinzelten Stielgliedern von Crinoiden.

Profil durch Zementsteinschichten und Untere Öhrlimergel der Axen-Decke «In den Gassen», Koo. (1): 714880/203850/2330, (56): 714760/204020/2210

Untere Öhrlimergel (= Untere Öhrlimergel, obe Zyklus C. SCHINDLER's, ca. 30 m):

(56) 7,5 m gelblich grau anwitternde, kalkige, markasithaltige Mergel und Me kalke mit Kalkeinlagerungen.

(55) 0,8 m feinspätiger Kalk mit kleinen Terebrateln («*T.*» aff. *bieskidensis* ZEUSCH

(54) 15,4 m dunkle, schieferige Mergel, schlecht aufgeschlossen.

(53) 3,2 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner Mergelkalk, undeutlich geba mit Quarzkriställchen und nach oben abnehmendem Markasitgehalt.

(52) 2,4 m bräunlich graue Mergel, nach oben in Mergelkalk übergehend.

Obere Zementsteinschichten ca. 110 m (= Untere Öhrlimergel, unterer Zyklus C. SCHINDLER's, ca. 76 m):

(51) 2,3 m kompakte Bank von feinkristallinem, schwach mergeligem Kalk mit T brateln; von Tonhäuten durchsetzt.

(50) 2,2 m dünnschieferige Mergel, durch 1 m mächtige, mergelige Kalkbank z geteilt.

(49) 0,9 m gelblich grau anwitternder, schwach mergeliger Kalk mit Crinoiden-S gliedern.

(48) 1 m dünnblättrige Mergel mit kalkiger Zwischenlage, gegen oben kal werdend.

(47) 1 m hellgrau-gelblich anwitternde, feinkristalline, dunkelgraue Kalke Quarzkriställchen und Berriasellen.

(46) 1,7 m schieferige Mergelkalke mit Mergelzwischenlagen.

(45) 0,7 m kompakte Kalkbank mit Quarzkriställchen.

(44) 0,2 m dünnblättrige, markasithaltige Mergel.

(43) 0,5 m schieferige Mergelkalke mit vereinzelten Belemniten-Fragmenten.

(42) 2,2 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner, dunkelgrauer Kalk, dickbanl

(41) 4 m Wechsellagerung von Mergelkalken mit Mergelzwischenlagen und pakteren Kalkbänken.

(40) 0,9 m Kalkbank mit zahlreichen Belemniten-Fragmenten.

(39) 8 m Wechsellagerung von Mergelkalken mit Mergelzwischenlagen und m ligen Kalken.

(38) 1,5 m undeutlich gebankte, mergelige Kalke.

(37) 0,9 m Mergelkalke mit welliger Schichtuntergrenze.

(36) 1,8 m mergelige, gegen oben kompakter werdende Kalke.

(35) 1,7 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner, grauer Kalk, nur schwach m sithaltig; markante Rippe bildend.

(34) 11 m intensive Wechsellagerung von gelblich-grau anwitternden Mergelk mit markasitreichen Mergeln.

3,8	m	gut gebankte Kalke mit limonitischen Konkretionen.
1,3	m	Mergel mit eingelagerten Mergelkalken, nach oben kalkiger werdend.
2	m	Kalkrippe mit markasithaltiger Mergelzwischenlage.
4,3	m	Mergelkalke.
2,5	m	dünnschieferige, gelblichgrau anwitternde markasitreiche Mergel.
2	m	Mergelkalk, nach oben kalkiger und feinspätiger werdend.
1,6	m	mergelige, gebankte Kalke, nach oben kalkiger werdend.
0,6	m	schieferige Mergel.
4,8	m	intensive Wechsellagerung von gelblichen, mergeligen Kalken, gegen oben Abnahme der Kalkbänke.
11	m	dünnschieferige, markasitreiche Mergel mit untergeordneten Mergelkalk- und Kalkeinlagerungen.

Obere Zementsteinschichten C. Schindler's (ca. 34 m):

10	m	mergelige Kalke, unten bräunlich, gegen oben grau anwitternd und kalkiger werdend.
6	m	Wechsellagerung von schieferigen Mergeln mit mergeligen Kalken.
3	m	kalkige Mergelkalke.
0,6	m	hell anwitternder, feinkristalliner Kalk mit kleinen Calcitdrusen.
7	m	Mergelkalke; kalkreichere Partien wechsellagern mit mergeligeren.
4,2	m	hell anwitternde, feinspätige Kalke, gut gebankt, mit mergeligen Schichtfugen.
3,3	m	schieferige Mergel.
7,4	m	Gassenkalk: weiss-hellgrau anwitternder, feinspätig bis schwach oolithischer, grauer Kalk, gebankt, mit scharfer Grenze auf:

Untere Zementsteinschichten (ca. 42 m):

7,5	m	schieferig-dünnbankige Mergelkalke, gegen oben mergeliger werdend.
0,3	m	hell anwitternde, mergelige Kalke.
3	m	Wechsellagerung von mergeligen und kalkreicheren Mergelkalken.
4	m	schieferige Mergel.
0,6	m	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, graubeiger Kalk.
0,3	m	schieferige Mergelzwischenlage.
1,3	m	hellgrau anwitternde Primärbrekzie mit Fossiltrümmern.
6	m	dunkle, feinblättrige, schieferige Mergel; durch 1,4 m mächtige, hell anwitternde Kalke unterteilt.
7	m	feinschieferige Mergelkalke mit etwas kalkreicheren Partien wechsellagernd.
1,3	m	hellgrau anwitternde Kalke, durch Mergelzwischenlage zweigeteilt.
3,5	m	Mergel mit eingelagerten Mergelkalkbänken.
0,5	m	hellgrau anwitternde, schieferig-dünnbankige, mergelige Kalke.
0,8	m	bräunliche Mergel mit etwas kalkiger Bank.
3,8	m	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, dickbankiger Kalk; gegen oben stellen sich dünne Mergelzwischenlagen ein.
1,8	m	schieferiger Mergel mit eingelagerten Mergelkalkbänken.

Oberer Quintnerkalk: weiss-hellgrau anwitternder, feinkristalliner, grauer Kalk.

Die von C. Schindler in der Kalk-Mergel-Wechsellagerung zwischen Oberem Quintnerk und Unterem Öhrlikalk des Glärnisch gut erkennbare zyklische Gliederung verliert gen SW immer mehr von ihrer Klarheit, so dass diese — besonders nach dem Ausbleiben s Gassenkalkes in der N-Flanke des Pfannenstockes — sich kaum durchführen lässt.
Da sich in dieser Wechsellagerung die Abscherung der Kreide-Decken vollzog und Schindler's Unterer Zyklus der Unteren Öhrlimergel im Sinne Arn. Heim's sehr wahr-

scheinlich noch zu den Zementsteinschichten zu rechnen sein dürfte, wird der Begriff Zementsteinschichten in dieser Arbeit noch im Sinne J. Oberholzer's (1933, 1942) u R. Helbling's (1938) als Wechsellagerung zwischen Oberem Quintnerkalk und Unter Öhrlikalk, verwendet.

Profil durch Öhrlischichten und Valanginianmergel der Axen-Decke der Vorderen Gassenstöcke, Koo. (1): 714760/204020/2210, (79): 714800/204350/2100

		Über der Überschiebungsfläche bis zum Öhrlikalk des Vordersten Gass stockes: 8—10 m graubeige anwitternde, mergelig-schieferige, knc struierte, fossilarme Öhrlimergel.
		Valanginianmergel (ca. 63 m):
(79)	7,5 m	fleckig gelblich-graubeige anwitternde, knollige Mergelkalke mit dü schieferigen Mergelzwischenlagen; Exogyren und Pectiniden; Übersch bungsfläche.
(78)	7 m	bräunlich anwitternde, weiche, schieferige Mergel.
(77)	8,5 m	unregelmässige Wechselfolge von graubeige anwitternden, schwach m geligen, fossilarmen Kalkbänken und knolligen Mergeln und Mergelkall
(76)	1,5 m	zwei gelblich anwitternde Mergelkalkbänke mit *Arctostrea rectangul* (Roem.), *Exogyra couloni* (d'Orb.), *Pinna robinaldina* d'Orb. und zahl chen Terebrateln; durch dunkle Mergelzwischenlage getrennt.
(75)	6,5 m	Wechselfolge von bis 0,6 m mächtigen, graubeigen, knolligen Mergelkal mit ebenso mächtigen bräunlichbeigen, schieferigen Mergeln.
(74)	1,8 m	graubeige anwitternde Mergelkalke mit exogyrenreichen Mergellagen
(73)	0,3 m	gelblich-beige anwitternder, siltiger Mergelkalk mit länglichen Pseu fossilien; eine ausgeprägte Felsrippe bildend.
(72)	6 m	Wechselfolge von 3 bis 0,3 m mächtigen gelblich anwitternden, exogyr reichen Mergelkalken mit mächtigen bräunlichen Mergelzwischenlage
(71)	4,5 m	dunkle, weiche Mergel mit vereinzelten Exogyren.
(70)	15 m	Wechselfolge von bis 0,5 m mächtigen gelblich-beige anwitternden Mer kalken mit Exogyren, Arctostreen, Terebrateln und Rhynchonellen mi 1,2 m mächtigen dunkel anwitternden, weichen Mergeln.
(69)	3,5 m	Wechsellagerung von beigegrauen bis gelblich grauen Exogyrenkalken bräunlich beige anwitternden, schieferigen Mergeln mit Exogyren.
(68)	0,3 m	groboolithischer, organogen-detritischer Mergelkalk mit massenhaft E gyren, *Prohinnites* und Seeigelstacheln.
(67)	0,4 m	hell beigegrau anwitternder, oolithischer, schwach mergeliger Kalk massenhaft Exogyren.
(66)	0,2 m	mergeligere Schichtfuge.
		Oberer Öhrlikalk (etwa 150 m):
(65)	2 m	hellgrau anwitternder, feinoolithischer, graubeiger Kalk, dickbankig oberst mit zahlreichen verrosteten, häufig herausgewitterten Mark konkretionen.
(64)	5 m	weiss anwitternder, oolithischer, grauer Kalk, dickbankig; zu oberst thisch-spätig mit Austern; Schichtfugen mergelig, organogen-detritis
(63)	7 m	massiger, organogen-detritischer, spätiger Kalk.
(62)	4,5 m	undeutlich gebankter, knollig-grümeliger, organogen-detritischer K Schichtfugen mergelig, mit Mergelkalk-Knollen und Muscheltrümm
(61)	1,2 m	organogen-detritischer Kalk mit tonigen Schlieren, Kalkschwämmen, rallen, Bryozoen, Terebrateln und flachen Austern.
(60)	4,5 m	beigegrau anwitternder, organogen-detritischer, oolithischer Kalk, ar Basis schwach grümelig, gegen oben deutlich groboolithisch werdend

)	14	m	hellgrau bis leicht gelblich anwitternder, oolithischer Kalk mit Korallen; dickbankig bis massig; Scherfläche.
)	2,5	m	organogen-detritischer Kalk mit Kalkschwämmen, Bryozoen und *Ctenostreon*.
	5	m	schwach gelblich anwitternder, massiger, oolithischer Kalk; Scherfläche.
	7	m	hellgrau anwitternder, feinkristallin-oolithischer, beigegrauer Kalk; undeutlich dickbankig bis massig.
	2,5	m	beigegrau anwitternder, etwas mergeliger, organogen-detritischer Kalk, von Tonhäuten durchzogen; mit flachen Austern, Terebrateln und Korallen.
	3,5	m	fast weiss anwitternder, oolithischer, organogen-detritischer Kalk mit Fragmenten von Korallen und *Prohinnites*.
	2	m	schwach gelblich anwitternder, undeutlich dünnbankiger Kalk mit *Ctenostreon*, Gastropoden, Korallen und Kalkschwämmen.
	7	m	dickbankiger, bröcklig verwitternder, oolithischer Kalk.
	3,5	m	oolithischer, massiger Kalk.
	0,8	m	grauer, grümeliger, organogen-detritischer Kalk mit Korallen.
	2	m	hellgrau anwitternder, oolithischer Kalk mit kleinen Terebrateln, Korallen und flachschaligen Austern.
	1	m	stark organogen-detritischer Kalk mit grossen Exemplaren von *Ctenostreon*.
	3,5	m	fast weiss anwitternder, oolithisch-spätiger, organogen-detritischer Kalk, undeutlich dünnbankig.
	4,5	m	hellgrau-leicht gelblich anwitternder, oolithisch-feinbrekziöser Kalk, von Tonhäuten durchzogen, mit Fragmenten von Kalkschwämmen, Korallen, Terebrateln und flachschaligen Austern.
	6	m	undeutlich gebankter bis massiger, oolithischer Kalk, gegen oben schwach grümelig werdend.
	0,6	m	groboolithische, organogen-detritische Schichtfuge.
	3,2	m	hellgrau anwitternder, oolithischer Kalk mit grümeligen Schichtfugen.
	13	m	hellgrau anwitternder, dickbankig bis massiger, feinoolithischer Kalk; durch 0,5 m mächtige organogen-detritische Schichtfuge mit zahlreichen Terebrateln («*T.*» *valdensis* DE LOR.) unterteilt.
)	0,5	m	oolithische, organogen-detritische, leicht mergelige Schichtfuge.
)	5	m	hellgrau anwitternder, ziemlich dickbankiger, feinoolithischer Kalk.
)	5	m	gebankter, oolithischer Kalk mit organogen-detritischen Zwischenlagen und schlierenartigen Aufarbeitungshorizonten mit kleinen Austern.
)	0,4	m	etwas dunkler anwitternder, organogen-detritischer, schwach grümeliger Kalk.
)	7,5	m	hellgrau anwitternder, dickbankiger, oolithischer Kalk.
)	0,4	m	dunkel anwitternder, etwas mergeliger Kalk mit primärbrekziösem, pyrithaltigem Mergelkalk und dickschaligen Exogyren.
)	9	m	hellgrau anwitternder, oolithischer Kalk, dünnbankig, mit Fossiltrümmern; durch dunkler anwitternde, groboolithische Schichtfuge zweigeteilt.
)	1	m	dunkler anwitternder, grobonkoidischer Kalk mit bis 8 mm grossen, teilweise rötlichen Onkoiden und Fossiltrümmern.
)	9	m	hellgrau anwitternder, gebankter, oolithischer Kalk.
)	2	m	relativ dünnbankiger Kalk.
)	5	m	hellgrau anwitternder, oolithisch-feinspätiger Kalk; Oolithe häufig rötlich.
			Öhrlimergel (ca. 68 m):
))	3	m	stark oolithischer Mergelkalk mit Kriechspuren, nach oben allmählich kalkiger werdend und durch Zurücktreten der mergeligen Zwischenlagen in Oberen Öhrlikalk übergehend.
))	6	m	knollig-grümelige Mergelkalke mit organogen-detritischen Zwischenlagen.

(28) 1,8 m beige anwitternde, von Tonhäuten durchzogene Mergelkalke mit verros ten Markasitkonkretionen.
(27) 14 m graubeige anwitternde, schwach markasithaltige Mergel.
(26) 1,3 m gelblich anwitternder, schwach mergeliger, organogen-detritischer Ka auf den Kluftflächen Quarzkriställchen.
(25) 4,5 m Wechselfolge von graubeigen, schieferigen Mergeln mit etwas kalkiger von kleinen, verrosteten Markasitkonkretionen durchsetzten Merg kalken.
(24) 1,6 m hellgraubeige anwitternder, organogen-detritischer, oolithischer Merg kalk mit Terebrateln und kleinen Quarzkriställchen.
(23) 6,5 m graue, schieferige Mergel; im untern Teil mit organogen-detritisch Mergelkalk-Einlagerungen.
(22) 1,6 m beige anwitternder, bröcklig verwitternder Mergelkalk mit Quarzkristä chen.
(21) 10 m bräunlich-beige, weiche Mergelschiefer mit knolligen, organogen-detri schen, kalkigen Einlagerungen.
(20) 1 m beige anwitternde, oolithische, organogen-detritische Mergelkalke, v eisenschüssigen Tonschlieren durchzogen; vereinzelte Terebrateln u Quarzkriställchen.
(19) 2,2 m dunkle, organogen-detritische Mergel und graue, fossilreiche Mergelka mit kleinen Belemniten, kleinen Gastropoden, *Synclonema cottald* (D'ORB.), Rhynchonellen, Korallen und Crinoiden-Stielgliedern.
(18) 2,7 m beigegrauer, feinkristallin-feinoolithischer, gebankter Kalk, gegen ob oolithisch–organogen-detritisch werdend.
(17) 0,5 m dunkle, organogen-detritische, schieferige Mergel.
(16) 1,3 m beige anwitternder, schwach mergeliger, oolithischer Kalk mit Foss trümmern.
(15) 1,5 m dunkle, grümelige, groboolithische Mergel mit zahlreichen Fossiltrümme
(14) 3 m beige anwitternder, schwach mergeliger, oolithischer Kalk, von fossiltrü merreichen, tonigen Schlieren durchzogen.
(13) 2,5 m dunkle, groboolithische Mergel mit Fossiltrümmern.
(12) 3 m Wechsellagerung von beige anwitterndem, oolithisch–organogen-detri schem, gebanktem Mergelkalk mit Terebrateln und Schalentrümme Schichtfugen von tonigen Schlieren durchzogen, mit dunklen, dün schieferigen Mergeln.

Unterer Öhrlikalk (ca. 36 m):

(11) 4,8 m grümelige, oolithische, organogen-detritische Kalke mit rötlichen Oolith Kalkschwämmen und Fossiltrümmern; Felsrippe aufbauend.
(10) 3,5 m groboolithischer, grümeliger, stellenweise feinbrekziöser Mergelkalk Fossiltrümmern und feinen tonigen Zwischenlagen; Hohlkehle bildend
(9) 2 m organogen-detritischer, oolithischer Kalk.
(8) 5 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner bis schwach oolithischer Kalk, di bankig; mit (9) zusammen markante Felsrippe bildend.
(7) 1,2 m hellgrau anwitternder, stark oolithischer, gebankter Kalk.
(6) 2,5 m dunkel beigegrau anwitternde, grümelige Mergelkalke mit zahlreich kleinen Terebrateln, kleinen Austern und Kriechspuren.
(5) 1,2 m dünnbankiger, organogen-detritischer, grümeliger Kalk mit Trümm von Korallen, Cidariden, Terebrateln und Muscheln.
(4) 3 m hellgrau anwitternder, organogen-detritischer Kalk mit kleinen Tereb teln, Cidaris-Stacheln, Schalentrümmern und Schwammnadeln; mit zusammen markante Felsrippe aufbauend.
(3) 5 m hellgrau anwitternder, feinspätiger, grauer Kalk, dickbankig.
(2) 5 m grau anwitternde, mergelig-grümelige Kalke, oolithisch, stellenweise fe brekziös, mit Fossiltrümmern; Hohlkehle bildend.

1) 2,5 m hellgrau anwitternder, feinspätiger, schwach grümeliger Kalk, deutlich gebankt, mit rötlichen Onkoiden; markante Felsrippe bildend.

Untere Öhrlimergel: graubeige anwitternde Wechselfolge von dunkelbeigegrauen, dünnschieferigen, markasithaltigen Mergeln.

Glärnisch

Nirgends im Glarnerland sind auf so eng begrenztem Raum eine solche Fülle von tektonischen Elementen übereinander getürmt worden wie am Glärnisch, dieser markanten Berggestalt der Glarner Alpen. Dank der dominierenden Stellung, den schroffen Wänden und den gipfelstrebenden Eckpfeilern sind die verschiedenen Gesteinsserien prachtvoll aufgeschlossen. So ist es verständlich, dass wir am Glärnisch auf eine bewegte geologische Erforschungsgeschichte zurückblicken. Sie wurde schon von J. OBERHOLZER (1933) dargelegt, neulich von R. STAUB (1954) und C. SCHINDLER (1953, 1959) ergänzt und nachgeführt. Mit jeder Verbesserung der topographischen Unterlage ging am Glärnisch auch eine Verfeinerung der geologischen Aufnahme einher.

Als tiefste Einheit tritt im Luchsingertobel, an der südlichen Begrenzung der Glärnischgruppe, Flysch — Altdorfersandstein und Dachschiefer — zutage, der mit G. STYGER (1961) sehr wahrscheinlich als nord- bis mittelhelvetisch anzusprechen sein dürfte.

Darüber legt sich ein erster, nach C. SCHINDLER (1959) bis 80 m mächtiger Lochseitenkalk. Dieser Lochseitenkalk wird seinerseits von der Nidfurner/Stöckliserie C. SCHINDLER's, einer lückenhaften und an Scherflächen auch tektonisch reduzierten Schichtfolge von Trias, Dogger, Malm, Kreide und Eozän überlagert. Die nördliche, die Stöckli-Serie, an der Basis des Vorder Glärnisch, weist eine schwellennahe Fazies auf, die nach C. SCHINDLER am besten mit derjenigen in der nordwestlichen Vorab-Decke verglichen werden kann. In der S des Guppensturzes gelegenen Nidfurner Serie dagegen tritt bereits eine etwas südlichere Fazies auf, die C. SCHINDLER einerseits mit der Serie von Nussbüel (zwischen Braunwald und der Klausenstrasse), andererseits mit derjenigen am W-Fuss des Schilt vergleicht. Stöckli-, Nidfurner und Nussbüel-Serie gehören jedoch, wie schon J. OBERHOLZER dargelegt hatte und C. SCHINDLER bestätigen konnte, einem einzigen tektonischen Element, der Schilt-Scholle, an, wobei der Stöckli-Serie — zufolge der konform dem hinteren Linthtal verlaufenden Isopen — die frontalste Stellung zukommt.

Über der Stöckli–Nidfurner–Nussbüel-Serie stellt sich abermals ein Lochseitenkalk ein, der sich von der Wüestrus (2 km WSW von Glarus) um das Stöckli herum und, S des Guppensturzes, über der Nidfurner und der Nussbüel-Serie bis nahe an die Klausenstrasse verfolgen lässt. Längs der Klausenlinie ist dieser höhere Lochseitenkalk meist durch Schutt verhüllt, tritt aber bei der Vorfrutt wieder zutage, lässt sich über den Klausenpass bis Windeggen verfolgen, um dann, abermals von Schuttmassen überdeckt, am S-Fuss des Spilauer Stockes wieder zu erscheinen.

Über diesem «oberen» Lochseitenkalk folgt, als Mittelbau des Vorder Glär-

ch, die Forrenstock-Serie, deren Schichtreihe bei fehlendem L
n der Trias bis in die unterste Kreide, den Öhrlikalk, hinaufreicht. Nach
rmochte C. SCHINDLER den Zusammenhang der Forrenstock-Serie mit d
sis des Wiggis, und damit mit der Mürtschen-Serie von Nüenchamı
onalpstock–Mürtschenstock, wie er seinerzeit schon von J. OBERHOLZER da
egt wurde, durch eingehende Detailuntersuchungen zu bestätigen. Gegen
nnte er den Zusammenhang der Forrenstock-Serie mit der S der Guppenr
Dohlen-Serie unterschiedenen und bis gegen das Luchsingertol
rfolgbaren Abfolge von fraglichem Karbon, mächtigem Verrucano, Dogg
d Schiltschichten klar erkennen, da im Dogger die Fazies an einer mer
rdigen, als mitteljurassischen, persistenten Bruch interpretierten Disk
nz, am Dohlen-Bruch, plötzlich ändert, sprungartig von der kümm
nen N-Fazies der Forrenstock-Serie in die mächtige S-Fazies der Axe
cke überleitet.

Über der Forrenstock–Dohlen-Serie unterschied C. SCHINDLER (1959: 73) a
rder Glärnisch noch eine vorwiegend aus Trias bestehende, stark laminier
huppenreihe als Bruchegg-Schuppe. Ihre Beheimatung dürfte
r südlichen Dohlen-Serie zu suchen sein.

Die darüber folgende Schichtserie von Dogger, Malm und Kreide hält w
ch W durch und kann gewissermassen als «tektonischer Leithorizont» b
chtet werden. Bereits J. OBERHOLZER (1908) vermochte diese Einheit vo
ärnisch bis in die Axenkette, also vom Linthtal bis an den Urnersee, zu v
gen, wo A. BUXTORF (1907) hiefür die Bezeichnung Axen-Decke ei

hinteren Linthtal verläuft, streicht das Bös Fulen-Gewölbe bereits deutlich WSW–ENE.

Über den frontalen Lias-Schollen, der Geisser-Schuppe und der Oberblegi-Falte, wölben sich Dogger und Malm der Axen-Decke zu einem Gewölbe, zur Antiklinale des Hinter Chamm empor, um anschliessend in scharfem Knick synklinal umzubiegen und sich zu dem von bedeutenden Scherflächen durchsetzten, leicht nordwärts überkippten N-Schenkel des Bös Fulen-Gewölbes aufzurichten.

N der Geisser-Schuppe zeichnet sich in der Axen-Decke eine flachliegende, gegen WSW axial abtauchende Mulde ab, die Glärnischgletscher-Mulde, die von einigen listrisch verlaufenden Brüchen durchschert wird.

Im S, im Gebiet der Zeinenmatt, reicht die Schichtreihe der Axen-Decke bis in die Valanginianmergel. Gegen N stellen sich sukzessive höhere Schichtglieder der Kreide ein. Während in der SE-Flanke Valanginiankalk und Kieselkalk nur zögernd einsetzen, steigt die Abscherungsfläche im Dach der Axen-Decke auf der W-Seite rasch durch diese beiden Schichtglieder empor, verharrt bis N Wärben in den Drusbergschichten, um schliesslich in der Glärnisch-N-Wand den Seewerkalk zu erreichen.

In der Glärnisch-N-Wand beginnt der Dogger bereits zu stirnen. Der Eisensandstein biegt deutlich um, und die Echinodermenbrekzie legt sich in mehrere kleinere Stirnfalten, während die höheren Schichtglieder, vom Oberen Quintnerkalk über sämtliche Kreidestufen bis zum Seewerkalk und zum eozänen Assilinengrünsand, noch das N-Ufer des Klöntalersees erreichen und in der Kette des Dejenstocks stirnen. C. SCHINDLER konnte in der Glärnisch-N-Wand ausserdem verschiedentlich, besonders in den tieferen Schichtgliedern der Axen-Decke, im Dogger und im Malm, steile, talparallele Klüfte beobachten, welche die N-Flügel nicht nur absenken, sondern sie häufig auch noch etwas nach W bewegt haben.

Wie aus den Darlegungen von C. SCHINDLER deutlich hervorgeht, ist die Aufgliederung der Sedimentserien in eine Mürtschen- und eine Axen-Decke im Glärnischgebiet vor allem auf die Existenz des prätiroliden Dohlenbruches zurückzuführen. Ohne Zweifel ist der N der Guppenrus brüsk sich aufrichtende Malm der südlichen Forrenstock-Serie, der Guppen-Synklinale, mit dem versackten Malm N des Klöntalersees, dem Kern des Stirngewölbes der Axen-Decke am Dejenstock, zu verbinden (cf. p. 141). E der Linth entspricht die ebenfalls nordwärts überkippte Synklinale des Mürtschen-Ruchen der Guppen-Mulde.

Als östliches Äquivalent der nördlichsten Axen-Decke, des Stirngewölbes am Dejenstock, ist mit R. HELBLING (1938), R. STAUB (1954) und C. SCHINDLER (1959) die Stirn der Lüsis-Schuppe, des im Walenseegebiet selbständig vorbewegten Dogger-Malm-Stockwerkes, zu betrachten. Dies stimmt auch, unter Berücksichtigung der in sämtlichen Elementen E der Linth zu beobachtenden kräftigen Vorbewegung, mit der Streichrichtung und, wie wir später noch erkennen werden (cf. p. 172/173), mit den Raumbreiten recht gut überein. Während jedoch W der Linth die Kreide noch grösstenteils mit

ihrem Jurakern solidarisch blieb, wurde diese E der Linth, mit Ausnahme eine kleinen Reliktes bei Schwaldis an der Stirn der Lüsis-Schuppe, vom Jurakern abgeschert und an den Alpenrand verfrachtet (cf. p. 159). Damit bahnt sich in Glärnisch, wie C. SCHINDLER (1959: 135) treffend bemerkt, der markante «Wechsel im tektonischen Stil» an, der «zwischen der „ostalpinen" Schollentektonik des Walenseegebietes und den Gleitstrukturen im benachbarten Kanton Schwyz und im nordwestlichen Teil des Glarnerlandes» vermittelt. Dies darf wohl mit der W der Linth von der Verrucano-Unterlage unabhängiger werdenden Tektonik in Zusammenhang gebracht werden.

Im Gegensatz zu den tieferen tektonischen Einheiten stellt sich damit in der Axen-Decke am Glärnisch erstmals das konform dem Aarmassiv verlaufende WSW–ENE-Streichen ein. Das Abdrehen der Strukturen von WSW–ENE nach SW–NE bis S–N konnte C. SCHINDLER (1959: 75) in der Axen-Decke längs des ganzen S–E-Abfalles, vom First (SW des Oberblegisees) bis zum Vorder Glärnisch, feststellen. In der Glärnischgletscher-Mulde dagegen konnte er weder ein Verschmälern noch ein Abdrehen beobachten.

Die eingehenden Untersuchungen liessen C. SCHINDLER am Glärnisch noch weitere, bisher nur schwer deutbare Komplikationen der Axen-Decke als persistente Bruchsysteme erkennen: den Hochtor-Bruch, der sich als flache Scherfläche von der N-Wand bis ins Bösbächital verfolgen lässt, und den steileren, nach oben sich verzweigenden Vorderglärnisch-Bruch. Durch kräftiges Absinken ihrer S-Flügel haben sie den tektonischen Stil des Glärnisch tiefgreifend beeinflusst, wenngleich beide Brüche nicht zu einer höheren Schuppentrennung führten wie der Dohlen-Bruch. Die Abscherung des nächsthöheren Elementes, der Bächistock-Decke, erfolgte erst in einem deckenmechanisch begünstigteren, stratigraphisch höheren Niveau.

An der E-Flanke und in der N-Wand sind Vorderglärnisch- und Hochtor-Bruch bis an den Heuzug-Bruch gut verfolgbar. An dieser Querstörung werden die Längsscherflächen emporgehoben, so dass der Hochtor-Bruch über den NW-Grat des Milchplanggenstock die W-Flanke erreicht. Infolge reichlicher Schuttbedeckung ist ihr Verlauf auf dem Hinteren Schlattalpli nicht durchgehend zu verfolgen. Der Hochtor-Bruch dürfte zunächst noch etwas der Überschiebungsfläche der Bächistock-Decke folgen, dann aber über Buchsweid-Buchswand gegen Wärben absteigen. Da auch der Felszirkus von Wärben bis weit hinauf von Schutt bedeckt ist, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob der Hochtor-Bruch effektiv in der von C. SCHINDLER (1959: 82) erwähnten Scherfläche unter dem Wasserfall des Glärnischfirnbaches oder schon weiter W unter dem Talboden verschwindet. Die Vorderglärnisch-Brüche dürften bereits N des Hinteren Schlattalpli durchziehen, während der Heuzug-Bruch über Chammstäge–Vorder Buchs–Grappliwald das [illegible]tal

Zwischen der Axen-Decke und der Bächistoc[illegible] längs des SE-Abfalles durchgehend verfolgbar [illegible]n stock-Schuppen. Da das tiefste Schi[illegible] Decke, der Obere Öhrlikalk, mit den höhere[illegible] deten Schichtgliedern durch mächtige Valangi[illegible]

ternen Gleitflächen nur locker zusammenhängt, blieb der Öhrlikalk beim Vorschub der höheren Kreideschichten, wie auch C. SCHINDLER (1959: 85) feststellen konnte, mit samt den Valanginianmergeln S der Linie Nidfurner Turm–oberstes Radtäli in mehreren Schuppen zurück.

Im Abschnitt S Radtäli ist die tektonische Karte C. SCHINDLER's (1959, Taf. 1) dahin zu korrigieren, dass der dort anstehende Kieselkalk nicht der Bächistock-Decke (blau), sondern als Schuppung im Kieselkalk, der nicht abgescherten Axen-Kreide angehört. Dieser Bereich wäre somit als «Radstock-Schuppen» (blau mit senkrechter Schraffur) auszuscheiden. Analoge Schuppungserscheinungen treten W der Zeinenfurggel besonders am Roßstock — im Öhrlikalk-Valanginianmergel-Valanginiankalk-Komplex — und an dessen tieferen westlichen Abhängen, am Rossfad — im Valanginiankalk-Kieselkalk — zutage.

Im Zeinenwald und gegen Wärben kompliziert sich das tektonische Bild durch einige bedeutendere Brüche, und die reiche Moränendecke, die nur unzusammenhängende Aufschlüsse offen lässt, erschwert das Verständnis. Klar erscheinen die Verhältnisse erst wieder gegen Chäseren. Am rechten Ufer der Rossmatter Chlön und am Zeinenbach stehen Zementsteinschichten an. Darüber folgen in normaler Serie Öhrlikalk, Valanginianmergel, Valanginiankalk, Kieselkalk, Echinodermenbrekzie, ausserordentlich gering mächtige Altmannschichten, Drusbergschichten und, oberhalb Hinter Buchs, an der Hübschegg, Unterer Schrattenkalk. Gegen Hinter Schlattalpli stellen sich an steilen Scherflächen erst Orbitolinenschichten, später Oberer Schrattenkalk ein. E Hübschegg wird die ganze Kreideserie an einer steilen Scherfläche abgeschert. Der Schrattenkalk bricht unvermittelt ab; die älteren Schichtglieder werden um etwa 80 m tiefer gesetzt. Über die Schubfläche im Hangenden des Schrattenkalks schiebt sich, mit Valanginiankalk beginnend, die Bächistock-Decke. Auf der Felsterrasse über dem Talkessel von Wärben verläuft die Überschiebungsfläche der Bächistock-Decke bis ins Radtäli in den Drusbergschichten.

SE des Vrenelisgärtli sind die Radstock-Schuppen, wie die höchsten Schichtglieder der Axen-Decke — Drusbergschichten und Schrattenkalk — «durch die darüber gefahrene Bächistock-Decke zu sekundären „Synklinalen" gekämmt worden». Auch die in der N-Wand sichtbaren, faltenähnlichen Bilder (cf. J. OBERHOLZER 1933, Taf. 15, und R. HELBLING 1938, Taf. 17) sind nach C. SCHINDLER als sekundäre Verschleppung flachliegender Schichtserien zu interpretieren.

Die scheinbar wirr struierte Glärnisch-N-Wand lässt sich so nach den Aufnahmen C. SCHINDLER's (1959: 85) auf wenige Strukturelemente zurückführen: «die alten Störungen von Vorderglärnischbruch und Hochtorbruch, kombiniert mit einer nach W zunehmenden Verschleppung in der Axen-Decke», «die Radstockschuppen», als Schürflinge von Axen- und Bächistock-Decke, und schliesslich «die einfache Schichtplatte der wenig verbogenen Bächistock-Decke».

Aus der Tatsache, dass die basale Scherfläche der Bächistock-Decke in der Glärnisch-N-Wand bereits den oberen Kieselkalk, am W-Ende des Glärnisch, am Milchplanggenstock, gar schon den Oberen Schrattenkalk, erreicht, schliesst C. SCHINDLER (1959: 107/108), dass «die Stirne dieser Decke über dem Klöntal gelegen haben muss und eine frontale Verbindung mit den Kreide-Decken im

N (zum Beispiel Wiggis-Decke) ausgeschlossen ist». Diese ist allerdings do nicht etwa aberodiert worden, sondern beim Vormarsch der höheren Decke von ihren rückwärtigen Teilen abgeschert und an den Alpenrand verschlepp worden (cf. p. 148). Ob die von J. OBERHOLZER (1933: 119) E des Dejenstock als reliktische Stirn der Bächistock-Decke gedeuteten Kreide-Eozän-Pake effektiv dieser Decke angehören oder ob sie als verschleppte Schuppen z deuten sind, ist schwer zu entscheiden.

Wie aus strukturellen und faziellen Gründen klar hervorgeht, haben wir di östliche Fortsetzung der Bächistock-Decke draussen am Mattstock zu suche (cf. p. 152).

Als höchstes tektonisches Element des Glärnischgebietes tritt sowohl a Inner (= Grosser Feuerberg = Steintälistoc als am Usser Fürberg (= Kleine Feuerberg) noch eine Verkehrtserie von m tlerer Kreide und Schrattenkal auf, A. BALTZER's urgonartiger, vom Caprot enkalk (Schrattenkalk) nicht z unterscheidender Kalk. JACOB OBERHOLZER (1933: 105) betrachtete die Ver kehrtserie am Inner Fürberg über einem listrischen Keil von Seewerkalk de Bächistock-Decke als eine nordwärts überl egende, vom Rücken der Bächi stock-Decke abgezweigte Falte. Obwohl es sich dabei nur um kleine Gipfe klippen handelt, sind sie mit grösster Wahrscheinlichkeit mit der ebenfalls ver kehrt liegenden Serie von mittlerer Kreide und Schrattenkalk auf der Vordere Silberenalp, der Unteren Silberen-Schuppe, in Zusammenhang z bringen (cf. p. 56).

Die am Glärnisch fehlenden Teile der Unteren Silberen-Schuppe wurden a der Basis der höheren Decken, der Oberen Silberen-Decke, dem S darüber liegenden Wägitaler-Flysch und der Drusbe g-Decke, ebenfalls an den Alpen rand verfrachtet. Sehr wahrscheinlich liegen in den Basisschuppen des Grosse Aubrig Reste der Unteren Silberen-Schup e und höchste Rückenteile de Bächistock-Decke vor, während Chalberstock, Chrummflue, Chli Aubrig Gross Aubrig und Guggelberg als östliche Fortsetzung der Oberen Silberen Decke zu betrachten sind (cf. p. 147/148).

Wie die Profilaufnahmen C. SCHINDLER's (1959: Taf. 7) zeigen, schliesst di Bächistock-Kreide im Glärnischgebiet unm telbar S an die Axen-Kreide an Als Überschiebungsbreite der Bächistock-Kreide auf die Axen-Kreide erhäl C. SCHINDLER ungefähr 3 km. In genau gleiche Weise fügen sich auch die Gipfel klippen der Fürberge unmittelbar S an die Bächistock-Kreide an.

In der Glärnischgletscher-Mulde beträgt das Achsengefälle nach J. OBER HOLZER (1933) zwischen Vrenelisgärtli und dem Felszirkus von Wärben etwa 13°. Am Vorder Glärnisch erreicht dieses E der Linie Guppen Mittelstafel Hinter Sackberg rasch höhere Werte, bis gegen 30° C. SCHINDLER (1959: 112/113) möchte dies, zusammen mit einer Reihe von alth tigeres Vorrücken der östlichen Fortsetzung (zwischen Ober- und Niederurnen) und des C das stärkere Vorfahren und die durch Brüche Mürtschen-Stirn bei Mollis mit Störungen im Dadurch wäre die E-Seite des Linthtales um 1-

den und die dabei entstandene Zerrüttungszone hätte die gewaltige ung und Talbildung begünstigt.
gegen das Rossmattertal hin verstärkt sich das Axialgefälle flexurartig ERHOLZER 1933, R. HANTKE 1949). C. SCHINDLER möchte in dieser Flexur s das Abbild des Zurückweichens der Mürtschen-Front erkennen. In zielt die Stirn der Mürtschen-Decke vom N-Ufer des Klöntalersees g Hintere Dunkellauirus–Wärben. Ebenso stellt sich W der Hinteren lauirus ein stärkeres Achsengefälle ein, doch wird dieses weiter gegen h mehrere antithetische Brüche von beträchtlicher Sprunghöhe (cf. HOLZER 1933: 107) stark abgeschwächt. Zudem streicht die Mürtschen-mehr NNE–SSW, wogegen die Flexur eher senkrecht zum Kettenstrei-also mehr NNW–SSE, verläuft. Diese Differenz könnte jedoch dadurch t werden, dass die Mürtschen-Decke gegen das Linthtal hin kräftiger vor-leppt wurde, während sie weiter im W — vielleicht unter dem Bös Fulen-ilbe — mehr zurückblieb.
derartiges Abreissen und differentielles Nordwärts-Verfrachten von enteilen scheint nun in den helvetischen Kalkalpen zwischen dem Berner land und den Glarneralpen geradezu die Regel darzustellen. Stets ist dieses omen an Achsenkulminationen gebunden, wobei es meist schwer ist, Ur-e und Wirkung klar auseinander zu halten. Sehr wahrscheinlich sind dabei stets alte, die Fazies beeinflussende und damit den Deckenmechanismus immende Strukturen im Spiele. Hinsichtlich des weiteren Verlaufes der tschen-Stirn scheint jedenfalls die Tatsache bemerkenswert, dass bei Ober berig eozäner Assilinengrünsand auf Seewerkalk transgrediert, während ig weiter W, am Abstieg gegen den Klöntalersee, sowohl Seewerkalk als die mittlere Kreide ausspitzen und das Eozän direkt auf Schrattenkalk zu en kommt (cf. J. OBERHOLZER 1942). Derartige plötzliche Veränderungen Transgressionsverhältnisse sind auch aus dem Gebiet des Vierwaldstätter- bekannt geworden. Sie wurden schon von A. BUXTORF (1918) mit alten ıkturen in Zusammenhang gebracht.

Stratigraphische Detailprofile

fil durch Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes, Altmann- und Drusberg-chten der nicht abgescherten Axen-Kreide der Grieseren irnischhüttenweg), Koo. (1): 715080/206480/1550, (11): 715010/206580/1640

		Überschiebungsfläche, darüber Valanginianmergel und Valanginiankalk der Bächistock-Decke (cf. p. 47).
		Drusbergschichten (ca. 56 + x m):
13 + x	m	Wechselfolge von bräunlichen kalkigen Mergeln mit grauen Mergelkalken und mergeligen Kalken mit *Aetostreon*.
32	m	bräunlich graue Mergel mit grauen, kalkreicheren, länglich ellipsoidischen Knollen und vereinzelten *Aetostreon*; mit kalkreicheren Partien wechsellagernd.
11	m	schmutzig gelblich grau anwitternde, dunkelbeigegraue Mergelschiefer mit rostigen, häufig herausgewitterten Markasitkonkretionen.

Altmannschichten (ca. 7 m):

(8) 1,2 m dunkelgrauer, feinspätiger, schwach sandiger Glaukonitkalk mit ve zelten Belemniten.

(7) 3 m spätiger Sandkalk mit zahlreichen, lagigen Sandschlieren und nach immer stärker abklingendem Glaukonitgehalt.

(6) 1,8 m knolliger, spätiger Kalk mit Sand- und Glaukonitnestern und fla konkretionären, bräunlich anwitternden Kieselknollen; gegen ober mähliche Abnahme des Glaukonitgehaltes.

(5) 1,3 m graubräunlich anwitternder, feinspätiger, leicht bituminöser Glauk kalk mit *Aetostreon* und Belemniten.

Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes (x+13 m):

(4) 3,2 m spätiger, glaukonitreicher, schwach sandiger Kalk, undeutlich geba

(3) 2,5 m gelblich bräunlicher feinkörniger, glaukonitischer Sandkalk; mit zu mendem Glaukonitgehalt stärker rostig anwitternd.

(2) 4,5 m gelblich braun anwitternder, dickbankiger Kalk mit sandig-glauk schen Schlieren und kleinen, flachen Silexknollen.

(1) 3 m dickbankig bis massiger, feinspätiger Kalk mit sandig-glaukoniti Nestern und Lagen; gegen oben allmähliche Zunahme des Glauk gehaltes.

Profil durch den Valanginiankalk der Bächistock-Decke der Gries wand, Koo. (1): 714810/206470/1600, (23): 714760/206590/1760

(23) 0,3 m Gemsmättlischicht: dunkel beigegrau anwitternder, von schw braunen Sandnestern und schwarzen, phosphoritischen Fossilsteink erfüllter Kondensationshorizont.

(9) 4,5 m knolliger, schwach mergeliger Kalk mit limonitischen Konkretionen und dünnschieferigen, mergeligen Zwischenlagen.
(8) 2,5 m gelblich anwitternder, linsenartig-knolliger, onkoidischer Kalk mit mergelig-schieferigen Zwischenlagen.
(7) 3 m gelblich beige anwitternder, feinspätiger, grauer Kalk, undeutlich gebankt.
(6) 1 m beigegrau anwitternder, knollig-schieferiger Mergelschiefer.
(5) 0,3 m Fossilhorizont mit kleinen Belemniten, Terebrateln und flachen Austern.
(4) 5 m beige anwitternder, etwas feiner lagig-knollig struierter Kalk.

Valanginianmergel (ca. 10 m erhalten):

(3) 2,5 m lagenartig-knolliger Mergelkalk mit dünnschieferigen Mergellagen; deutliche Hohlkehle bildend; gegen oben allmählich kalkiger werdend.
(2) 2,5 m lagig-knollige Kalkbank über deutlicher Schichtfuge.
(1) 5 m gelblich-beige anwitternder, feinspätiger, grauer Kalk mit vereinzelten Terebrateln und dünnschieferigen, mehr beige anwitternden, mergeligen Zwischenlagen mit limonitischen, gegen oben allmählich zurücktretenden Konkretionen.
Überschiebungsfläche der Bächistock-Decke.

Drusbergschichten der nicht abgescherten Axen-Kreide: Wechsellagerung von mergelig-schieferigen Lagen mit kalkreicheren, graubeige anwitternden, fossilführenden Kalkbänken mit *Aetostreon latissima* (LMK.), kleinen Rhynchonellen und limonitischen Konkretionen; an der Überschiebungsfläche stark verschiefert.

Profil durch den Kieselkalk der Bächistock-Decke der Schwarzen Köpfe, S des Näbelchäppler, Koo. (1): 715530/206670/1770, (19): 715720/206980/2030

Altmannschichten: cf. p. 49.

Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes (ca. 7 m):

(19) 2,5 m gelblich beige anwitternder, spätiger Sandkalk, undeutlich gebankt, mit gegen oben immer glaukonitreicher werdenden Schlieren und glaukonitischen Zwischenlagen, mit vereinzelten Belemniten-Fragmenten und Pseudofossilien; allmählich in mergelig-glaukonitische Altmannschichten überleitend.
(18) 0,5 m dunkelgrau-grünlich anwitternde, glaukonitreichere Sandlage.
(17) 3,8 m graubeige anwitternder, feinspätiger Kalk mit vereinzelten sandreichen Knollen, von glaukonitischen Nestern und Schlieren durchsetzt; gegen oben immer deutlicher spätig werdend.

Oberer Kieselkalk (ca. 35 m):

(16) 10 m dunkelgraubeige anwitternder Sandkalk; unten durch mergelig-schieferige Schichtfugen deutlich dickbankig, gegen oben massiger werdend; wandbildend.
(15) 0,2 m mergelig-schieferige Schichtfuge.
(14) 7 m dunkel beigegrau anwitternder, graublauer Sandkalk, deutlich gebankt, furchig verwitternd, deutlich wandbildend.
(13) 8 m schwarzgrau anwitternder, gebankter, schwach schieferiger Sandkalk mit lagenartig angeordneten grauen Silexknollen.
(12) 2,2 m etwas mehr schieferiger, mergeliger Sandkalk; schlecht aufgeschlossen.
(11) 3,5 m dunkelbeigegrau anwitternder, deutlich dickbankiger Sandkalk mit konzentrisch-schaligen Silexknollen; lagenartig-furchig verwitternd.

(10)	2	m	dunkelbeigegrau anwitternder, feinsandiger, undeutlich gebankter S kalk; furchig verwitternd.
(9)	2,5	m	hell beigegrau anwitternder, feinkörniger, mergelig-schieferiger Sand
			Lidernenschicht (ca. 8 m):
(8)	1,2	m	bräunlich, knorrig anwitternder Sandkalk mit glaukonitischen Schl und Nestern, mit Austern und Toxastern; glaukonitreichere Lagen v seln mit glaukonitärmeren.
(7)	7	m	dunkelbeigegrau anwitternder, bläulich grauer, feinspätiger Sandkalk deutlich gebankt, mit Tonhäuten und zahlreichen länglichen Pseudo lien, mit feinverteiltem, stellenweise schlierenartig angereichertem konit; von hämatitischen Rutschflächen durchschert.
			Unterer Kieselkalk (ca. 55 m):
(6)	11	m	schwarz-beigegrau anwitternder, knorrig-furchiger Sandkalk, unde gebankt.
(5)	8	m	dunkel bräunlich-graubeige anwitternder, knorrig-furchiger, dickbar Sandkalk.
(4)	10	m	schwarz bis beigegrau anwitternder, dickbankig-schieferiger, feinkö Sandkalk.
(3)	7	m	dunkelbeigegrau anwitternder, feinkörniger Sandkalk, extrem dickb
(2)	7	m	beigegrau anwitternder, feinkörniger Sandkalk, deutlich gebankt.
(1)	12	m	beigegrau bis schwarz anwitternder, furchig-schieferiger Sandkalk, lich gebankt.
	0,3	m	Gemsmättlischicht: dunkelbeigegrau anwitternder, von schw braunen Sandnestern durchzogener Fossilkondensationshorizont mit phoritischen Fossilsteinkernen.

(8)	4,5	m	fleckig gelblich bis hellbeigegrau anwitternde, dünnschieferig-knollige Mergelkalke.
(7)	1,2	m	dünnblättrige, dunkelgraue Mergelschiefer mit deutlichem Clivage.
(6)	4,5	m	beigegrau anwitternde, dünnschieferige Mergelschiefer.
(5)	2,5	m	hellbeigegrau anwitternde, undeutlich schieferige Mergelkalke mit limonitischen Konkretionen, gegen oben immer schieferiger werdend.
			Altmannschichten (ca. 12 m):
(4)	1,8	m	hellbeige-grünlich anwitternder Mergelkalk mit *Aetostreon latissima* (LMK.), massenhaft Pseudofossilien und limonitischen Konkretionen; Glaukonitgehalt nach oben allmählich abklingend.
(3)	5,5	m	dunkelolivbraun anwitternder, extrem glaukonitreicher, feinsandiger Mergelkalk mit vereinzelten Toxastern und zahlreichen Pseudofossilien; hämatitische Rutschspiegel.
(2)	0,6	m	mehr schieferiger, glaukonitischer Mergelkalk.
(1)	4,5	m	dunkeloliv bis rostbraun anwitternder, mergeliger, glaukonitreicher Kalk, von hämatitischen Kluftflächen durchsetzt.
			Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes: gelblich beige anwitternder, spätiger Sandkalk mit immer glaukonit- und sandreicheren Schlieren und Zwischenlagen, mit vereinzelten Belemniten und Pseudofossilien; undeutlich gebankt.

Profil durch Untere Orbitolinenschichten, Oberen Schrattenkalk, Obere Orbitolinenschichten und Brisisandstein der Bächistock-Decke am SW-Grat des Innern Fürberg, Koo. (1): 716450/206780/2310, (49): 716550/206830/2420

(49)	9	m	Brisisandstein: lagenartig knollig bis knorriger, glaukonitischer Sandstein, bräunlich-olivgrün, mit mächtiger, intensiv rostbrauner Verwitterungsrinde, auf Oberen Orbitolinenschichten transgredierend.
(48)	2,5	m	Obere Orbitolinenschichten: gelblich anwitternder, feinspätiger, organogen-detritischer Kalk mit Orbitolinen, in siltig-tonigen Schlieren deutlich gehäuft.
			Oberer Schrattenkalk (ca. 50 m):
(47)	5	m	weisslich anwitternder, spätiger Kalk mit schalentrümmerreichen Einlagerungen.
(46)	1,5	m	Requienienreicher, spätiger Kalk.
(45)	10	m	spätiger Kalk, praktisch ohne Requienien.
(44)	1	m	eigentliche Requienienbank.
(43)	4,5	m	weisslich anwitternder, spätiger Kalk, in der Mitte reich an Requienien.
(42)	1,5	m	Primärbrekzie mit zahlreichen Orbitolinen in grauer, toniger Grundmasse.
(41)	10	m	weisslich anwitternder, spätiger Kalk.
(40)	3	m	feinkristalliner, miliolidenreicher Kalk mit prachtvollen Exemplaren von *Requienia ammonia* (GOLDF.) und *Agriopleura blumenbachi* (STUD.).
(39)	12,5	m	hell silbergrau anwitternder, oolithisch-organogen-detritischer Kalk, dickbankig bis massig, mit vereinzelten Milioliden; deutliche Wandstufe bildend.
			Untere Orbitolinenschichten (ca. 47 m):
(38)	0,4	m	dunkelgrauer, gelblich anwitternder Kalk, grümelig-unregelmässig dünnbankig, mit sich nach oben verlierenden Sandschlieren.
(37)	2,2	m	grauer, grümeliger Kalk, gelblich anwitternd, mit Schalentrümmern, basal

noch einzelne Orbitolinen; Sandschlieren nach oben allmählich sich lierend.

(36) 0,4 m oolithischer Kalk, mit Trümmern von kleinen Austern; von sa onkoidischen Orbitolinen führenden Schlieren erfüllt.

(35) 1,2 m organogen-detritischer Kalk mit sandig-onkoidischen Schlieren mit tolinen.

(34) 1,3 m von bräunlichen Sandschlieren netzartig erfüllter Sandkalk.

(33) 3 m bräunlicher, feinkörniger Sandstein, netz- bis lagenartig struiert; s gere Partien wechsellagern mit ellipsoidisch-knolligen Kalklagen; au Schichtflächen häufig Kriechspuren, basal deutliche Kreuzschichtun

(32) 0,8 m feinkörniger Sandkalk mit Sandschlieren und Nestern von onkoidi Mergelkalk mit rötlichen Orbitolinen.

(31) 0,4 m schwarz-bräunliche, sandige Schiefer mit Kriechspuren, Panopeer vereinzelten Orbitolinen.

(30) 0,4 m organogen-detritischer, onkoidischer Kalk mit sandig-tonigen, von tolinen erfüllten Schlieren.

(29) 2,2 m von bräunlichen Sandschlieren durchzogener, feinspätiger, grauer mit mehreren sandig-schieferigen Zwischenlagen.

(28) 0,5 m bräunlicher, sandiger Schiefer mit Kriechspuren auf den Schichtfli

(27) 0,5 m feinspätiger Kalk, von zahlreichen, eisenschüssigen Sandschlieren d zogen.

(26) 0,5 m bräunliche, schlierenartig struierte Sandschiefer mit Muschelfragm Schichtflächen unregelmässig begrenzt.

(25) 0,9 m bräunlicher Kalksandstein mit knorrigen, eisenschüssigen, von O linen erfüllten Sandschlieren und -linsen.

(24) 1 m gelblich anwitternde, braune, grümelig-schieferige Mergel mit mass gelblichen und rötlichen Orbitolinen.

(23) 1,8 m hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk mit einigen Sandschliere Orbitolinennestern.

(22) 0,8 m hellgrau anwitternder Kalk mit deutlichen Aufarbeitungsspuren.

(21) 2,6 m hellgrau anwitternder, oolithischer Kalk, von vereinzelten Sandsch mit Orbitolinen durchzogen.

(20) 4,7 m organogen-detritischer, beiger Kalk, dickbankig, mit einzelnen Mili

(19) 0,6 m bräunliche, von siltigen Schlieren durchzogene Mergel mit mass kleinen Terebrateln und Rhynchonellen, grauen und rötlichen Orbit und Onkoiden; deutliche Hohlkehle bildend.

(18) 1,7 m hellgrau anwitternder, feinkörniger, grauer Kalk mit Korallen.

(17) 0,2 m mergelige Schichtfuge mit grösseren und kleinen Terebrateln, k Rhynchonellen, Heterastern und Orbitolinen.

(16) 1,3 m hell silbergrau anwitternder, onkoidischer Kalk.

(15) 1,2 m hellgrau anwitternder, mergelig-grümeliger Kalk mit schlierena Nestern von rötlichen Onkoiden.

(14) 0,6 m konglomeratischer, grümelig-knolliger Mergelkalk mit rötlichem idischem Zement, mit kleinen, turmartigen Gastropoden, Rhyncho Terebrateln, Bryozoen und rötlichen Orbitolinen.

(13) 1,7 m grümelig-knolliger, organogen-detritischer Kalk mit rötlichen on schen Schlieren, mit grösseren und kleinen Korallen, kleinen turma Gastropoden und zahlreichen Requienien.

(12) 0,2 m oolithischer, dunkelgrauer Mergel, sehr reich an Orbitolinen.

(11) 0,4 m grümelig-knolliger, organogen-detritischer mergeliger Kalk mit k Terebrateln, kleinen Rhynchonellen, *Neithea*; von tonigen Schlier Orbitolinen durchzogen.

(10) 1,1 m gelblich anwitternder, grümelig-knolliger Mergelkalk mit Schalen mern, *Pygaulus* und schlierenartigen Nestern von feinen Onkoide rötlichen Orbitolinen.

0,5 m onkoidischer, mergeliger Kalk mit schlierenartig angereicherten Onkoiden und vereinzelten rötlichen Orbitolinen; reich an Requienien und Terebrateln.

1 m gelblich-bräunlich anwitternder, siltiger Mergelkalk mit Fossiltrümmern von Requienien und Terebrateln, vereinzelte Korallen sowie verrostete Markasitkonkretionen.

1,5 m schuttbedeckt, offenbar etwas mergelig (Glärnischweg).

1,6 m gelblich anwitternder, grümelig-schlieriger, organogen-detritischer Mergelkalk mit Orbitolinen und kleinen Schalentrümmern.

0,2 m konglomeratischer, grümeliger, organogen-detritischer Mergelkalk mit bräunlichen, tonreichen Schlieren; vereinzelte Requienien-Fragmente.

2 m grümeliger, leicht mergeliger, organogen-detritischer Kalk mit Schalentrümmern und kleinen, turmartigen Gastropoden; durch etwas mergeligere Schichtfugen in einzelne Bänke unterteilt.

0,2 m feinspätiger Mergelkalk mit vereinzelten Onkoiden und Fossiltrümmern.

2,5 m undeutlich gebankter, organogen-detritischer, grümeliger Kalk.

2,4 m hellgrau anwitternder, feinkristallin-oolithischer, graubeiger Kalk, reich an Fossiltrümmern.

Unterer Schrattenkalk: hell silbergrau anwitternder, feinkristalliner Kalk, reich an Schalentrümmern.

il durch die Mittlere Kreide der Bächistock-Decke zwischen Inner ıd Usser Fürberg, Koo. (1): 716650/207300/2540, (10): 716500/207300/2560

~ 50 m[1]) Seewerkalk: hellgrau-gelblich anwitternder, dichter Kalk mit subparallelen Tonhäuten und reicher Globotruncanen-Fauna und vereinzelten *Neohibolites*.

0,7 m «Überturrilitenschicht»: hellgrau anwitternder, seewerartiger Kalk mit nach oben allmählich abklingendem Glaukonitgehalt mit *Neohibolites*.

0,8 m Turrilitenschicht: Fossilkondensationshorizont mit *Mariella bergeri* (BRNGT.), *Ostlingoceras puzosianum* (D'ORB.), *Stoliczkaia*, Mantelliceraten, *Mortoniceras, Hamites, Lechites gaudini* (PICT. et CAMP.), *Cymatoceras montmollini* (PICT. et CAMP.), *Neohibolites, Discoidea* sowie massenhaft undeutlichen Fossilsteinkernen und Phosphoritknollen in dunkelgrünem, stark glaukonitischem Sandstein; nach oben mit schlierenartig sich verlierendem Sand- und Glaukonitgehalt immer seewerkalkartiger werdend.

) 3,5 m Knollenschichten: sehr glaukonitreicher, braungrün anwitternder, kalkiger Sandstein mit glaukonitärmeren, gegen oben immer kleiner und spärlicher werdenden kalkigeren Knollen, mit Schalentrümmern, Neohiboliten und ganz vereinzelten Steinkernen von Mariellen; auch an der Basis vereinzelte phosphoritisierte Ammonitensteinkerne.

6) 3 m Twirrenschicht: aus den Flubrigschichten hervorgehender, glaukonitischer Kalksandstein mit glaukonitärmeren, grau anwitternden, kalkigeren Zwischenlagen, mit vereinzelten Neohiboliten.

(5) 5,5 m Flubrigschichten: glaukonitische, olivgrün bis bräunlich anwitternde Mergelschiefer; an der Basis Fossilkondensationshorizont mit massenhaft Inoceramen, Neohiboliten, Discoideen, schlecht erhaltenen Am-

[1]) am Näbelchäppler.

Die Untere Silberen-Schuppe beginnt am Chaltbrünneli, der Felsquelle N Dreckloch, mit einigen Metern Valanginianmergeln; dann folgen, den tieferen Teil der Silberenflue aufbauend, Valanginiankalk und Kieselkalk, der gegen SW unter der nächsthöheren Überschiebungsfläche in halber Höhe der Wand ausspitzt, so dass weiter gegen SW Valanginiankalk des nächsten tektonischen Elementes, der Oberen Silberen-Decke, auf Valanginiankalk der Unteren Silberen-Schuppe zu liegen kommt. Durch die näher zusammenrückenden Überschiebungsflächen wird die Untere Silberen-Schuppe gegen SW tektonisch immer stärker reduziert, bis sie unter dem Chalberloch, dem Tälchen zwischen Dreckloch und dem Silberenseeli, ausspitzt, während die Bächistock-Decke unter der Schutthalde der Silberenflue bereits E Chaltbrünneli verschwindet.

Vollkommen analog wie an der Silberenflue gestaltet sich der tektonische Bau der Silberen auch im SW, am Abbruch von Ober Saum gegen das Bisistal. Über der gegen S tektonisch ausspitzenden, nicht abgescherten Kreide der Axen-Decke liegen Öhrlikalk, Valanginianmergel, Valanginiankalk und Kieselkalk der Bächistock-Decke. In der nächsten Unterkreide-Serie von Valanginianmergeln, Valanginiankalk und Kieselkalk erkennen wir die Untere Silberen-Schuppe, die W Vordere Brust wieder erscheint. Darüber folgt, am Weg Nägeliberg–Ober Saum mit 25—30 m fossilreichen Valanginianmergeln beginnend, die Obere Silberen-Decke.

Am Weg von Alp Dreckloch fällt die Bächistock-Kreide erst mittelsteil gegen NW ein. Gegen den Talgrund des Rossmattertales verringert sich dieses Einfallen allmählich, so dass sie bei der Alp Chäseren fast horizontal liegt. Weiter talauswärts steigen die Schichten wieder sanft an, was durch steile Scherflächen noch akzentuiert wird. So erkennen wir auch im Rossmattertal die weitgespannte Glärnischgletscher-Mulde (cf. p. 41).

Unter den Valanginianmergeln der Bächistock-Decke und dem Valanginiankalk der Radstock-Schuppen stehen im Ankenloch, der südlichen Fortsetzung des Rossmattertales, unzusammenhängend Drusbergschichten, Altmannschichten, Echinodermenbrekzie, Kieselkalk, Valanginiankalk und Öhrlikalk an. Gegen Chäseren stellen sich Zementsteinschichten ein, und wenig weiter N tritt sogar Quintnerkalk zutage. Es ist naheliegend, diese Serie mit J. Oberholzer als nicht abgescherte Axen-Kreide zu betrachten. Durch talparallele Verwerfungen wird die Serie gegen W kräftig tiefer gesetzt, wodurch das im westlichen Glärnischgebiet sich abzeichnende flexurartige Achsengefälle noch akzentuiert wird. Ihre Existenz wird im Ankenloch durch kleine, Öhrlikalk und Kieselkalk trennende Quertälchen und am Unteren Zeinenchopf durch aufgeschlossene Scherflächen dokumentiert.

Dadurch würde sich auch die bereits von J. Oberholzer (1933: 110) erwähnte Mächtigkeitsreduktion von Zementsteinschichten, Öhrlikalk und Valanginiankalk, sowie deren starke Ausquetschung am Fuss der Silberenwand, W zwischen Chäseren und Chlüstalden, erklären. Da jedoch die im Ankenloch festgestellte Sprunghöhe von rund 100 m für diesen Effekt nicht ausreicht, dürfte für die scheinbare Mächtigkeitsreduktion vor allem der Vorderglärnisch-Bruch von

C. SCHINDLER herangezogen werden (cf. p. 44). Dieser scheint auch im Rossmattertal als flachere Scherfläche über eine längere Strecke in den Zementsteinschichten zu verlaufen, analog wie dies C. SCHINDLER (1959: Taf. 2 Profil F) in einem östlicheren Querschnitt darstellt.

Auffällig ist ferner, dass die von H. BOESCH, W. BRÜCKNER und H. J. FICHTER (in R. HELBLING 1938: Taf. 16 und 17) sowie von C. SCHINDLER (1959: Taf. 2) in den Zementsteinschichten am SE-Abfall und in der N-Wand des Glärnisch durchgehend festgestellte Rekurrenz der Quintnerkalkfazies, der Gassenkalk (= Unterer Berriasien-Kalk), fehlt, während dieser weiter S und weiter SW noch auftritt. Ist dieser effektiv im Bereich des Rossmattertales nicht abgelagert, oder ist er ebenfalls, wie weiter N der Öhrlikalk, ausgeschert worden? Dass der als Quintnerkalk betrachtete Kalk den Gassenkalk darstellt, ist zufolge seiner Mächtigkeit wenig wahrscheinlich. Ob es sich allenfalls um einen weiter S zu beheimatenden Schubspan handelt, lässt sich kaum feststellen.

Etwa 1 km S Chlüstalden erscheint unter dem Kieselkalk der Bächistock-Decke ein schmaler Schrattenkalk-Keil, der gegen N rasch an Mächtigkeit gewinnt. Zugleich stellen sich in dieser von steil S-fallenden Brüchen durchsetzten Serie der nicht abgescherten Axen-Kreide sukzessive höhere Schichtglieder ein. An der nördlichsten dieser Scherflächen schaltet sich darüber plötzlich eine wohl 50 m mächtige Schrattenkalk-Scholle ein, die von der mit Drusbergschichten beginnenden Bächistock-Decke überfahren wird. Da diese Scholle weder der nicht abgescherten Axen-Kreide noch der Bächistock-Decke zugeordnet werden kann, vermutete J. OBERHOLZER (1933: 110), dass es sich dabei um «eine Felsmasse handelt, die von der Basis der Bächistockdecke bei ihrem Vormarsche abgeschürft wurde und jetzt in unnatürlicher Lage zwischen die beiden Decken eingeklemmt ist». Sie wäre somit ebenfalls C. SCHINDLER's Radstock-Schuppen zuzuordnen.

Auf der W-Seite des Rossmattertales dürfte der Vorderglärnisch-Bruch (cf. p. 42) von der Rossfelli (S Chlüstalden) wieder schräg ansteigen, um N Ahöreli das Ronenegg zu erreichen. Längs des Ronenband funktioniert er, wie im westlichen Glärnischgebiet, als sekundäre Schubfläche, die gegen die Hintere Richisau abfällt. N des Vorderglärnisch-Bruches biegt die nicht abgescherte Axen-Kreide immer deutlicher zum Stirngewölbe um. Da sich deren Strukturen vom Timmerwald über die Richisauer Chlön gegen das W-Ende des Dejen-Gewölbes verfolgen lassen und dabei lediglich im Hinteren Klöntal während etwa 500 m von Moränen verhüllt werden, ist der Zusammenhang der beiden Stirngewölbe sichergestellt.

Über der Stirn der nicht abgescherten Axen-Kreide stellt sich an der NE-Ecke der Silberen ein weiteres, dem System der Radstock-Schuppen zuzuzählendes Element ein. Seine Schichtreihe reicht vom Unteren Schrattenkalk erstmals bis in die Globigerinenschiefer. Beim Vormarsch der Bächistock-Decke wurde dieses Element vom Rücken der Axen-Kreide abgeschert und mitgeschleppt. Längs des Ronenbandes wurde dabei die nicht abgescherte Kreide muldenartig vorgekämmt, so dass sich dort zwischen ihrem Seewerkalk und dem Schrattenkalk der höheren Schuppe stark laminierter Gault vorfindet.

ten sowohl über wie unter den Mergelschiefern und Knollenkalken der tieferen Drusbergschichten ein, so dass die Obere Silberen-Decke E des Bietstockes als aufgebrochener Gewölbekern erscheint.

Während jedoch J. Oberholzer die unter den Drusbergschichten liegende Verkehrtserie von Unterem Schrattenkalk, Orbitolinenschichten, Oberem Schrattenkalk, Gault und, als enggepresster Muldenkern, Seewerkalk sowie ihre N daran anschliessende normale Abfolge als Stirnfalten der Oberen Silberen-Decke betrachtet, scheint in dieser liegenden Mulde zwischen der Alpeli- und der Butzen-Störung viel eher ein verschlepptes, frontales Relikt der Unteren Silberen-Schuppe vorzuliegen. Diese wäre von ihrem rückwärtigen Teil — weiter im E, am Silberenalpweg, etwa E des Schilt — abgerissen und an der Basis der Oberen Silberen-Decke nordwärts verschleppt worden.

Am Twärenen-Bruch, einer der auffälligsten Querstörungen auf der W-Abdachung der Silberen, die sich bis W des Bietstockes verfolgen lässt, wurde die W-Flanke der Oberen Silberen-Decke um etwa 40 m tiefer gesetzt. Zugleich wurde sie um etwa 40—50 m weiter nordwärts bewegt. Gegen Bödmeren stellt sich wieder ein etwas stärkeres Axialgefälle ein, das allerdings durch mehrere, auf der vegetationsfeindlichen, wild verkarsteten Hochfläche prachtvoll hervortretende antithetische Querbruchsysteme etwas abgeschwächt wird.

Im Gebiet des Schluchbüel und der Flöschen liegt die Obere Silberen-Decke sehr flach, während sich weiter gegen W wiederum ein steileres Axialgefälle einstellt, das auf Mittlist Weid sogar 20° übersteigt.

N Bödmeren und im Bödmerenwald taucht die Obere Silberen-Decke sanft gegen N ein. Im Oberen Roggenloch wurde sie gar zu einer deutlichen Mulde verbogen. Zwischen Chalberloch S des Pragel und dem Oberen Roggenloch ist der N-Schenkel dieser Seewerkalk-Mulde im Stile einer Untervorschiebung unter die N anschliessende, deutlich N-fallende Schrattenkalk-Platte geschoben worden, so dass dort der Gault auf weite Strecken ausgeschert erscheint.

Einen analogen Aufbau wie im Rossmattertal bietet sich wiederum am SW-Abfall des Silberenplateaus gegen das Bisistal. Über der Steinweid keilen die tieferen Schichtglieder in allen Teildecken — an steilen Scherflächen etwas gegeneinander verstellt — rasch aus. Dafür stellen sich talauswärts drei durch die Unteren Orbitolinenschichten deutlich gegliederte Schrattenkalk-Serien ein, die durch steilabfallende, schuttbedeckte Bänder — Mittlist Band und Gross Band — voneinander getrennt werden. Weder J. Oberholzer (1908a, b, 1933) noch W. Hauswirth (1913) treten auf ihre tektonische Zuordnung näher ein. J. Oberholzer's (1933: Taf. 8) «Tektonische Karte der Glarneralpen» ist im Bereich W der Profilspur 17 — den Ausführungen Hauswirth's folgend — etwas summarisch gehalten. In den Profilen 16 und 17 (Taf. 6) wurden diese drei Serien von Oberholzer der Bächistock-, [illegible] Silberen-Decke zugewiesen, während er die nicht [illegible] Decke erst unter dem Talboden zeichnete.

Vergleichen wir damit zunächst die Raumbreite [illegible] Bisistal mit denjenigen im Rossmattertal. Für die [illegible]ben sich im Rossmattertal 1,5 km im Kieselkalk

Für den vorwiegend als Verkehrtschenkel auftretenden Schrattenkalk erhalten wir im Querschnitt des Rossmattertales abgewickelt maximal 1 km; im Bisistal dagegen ergäbe sich nach OBERHOLZER's Interpretation eine Raumbreite von gegen 2 km für seine «Untere Silbern-Decke» und knapp 3 km für die Obere Silberen-Decke, der umgekehrt nur eine solche von gut 1 km im Kieselkalk gegenüberstehen würde. Im Querschnitt des Bisistales würden sich somit für die beiden Silberen-Elemente eine Raumbreite von 5 km im Schrattenkalk und von 2 km im Kieselkalk ergeben, auf OBERHOLZER's Profil 17, das allerdings nicht genau senkrecht zum Faltenstreichen verläuft, 6 km und 3 km, während sich die beiden Silberen-Elemente im Rossmattertal mit 4 km im Schrattenkalk und 4 km im Kieselkalk die Waage halten.

Viel wahrscheinlicher entspricht daher im Bisistal der Schrattenkalk der Oberen Silberen-Decke dem Kieselkalk der beiden Silberen-Elemente, womit die bereits am E-Abfall der Silberen sich abzeichnende Selbständigkeit im Vorgleiten der Schrattenkalk-Platte — einer Raumbreite von knapp 3 km im Schrattenkalk steht eine solche von 2 km im Kieselkalk gegenüber — sich noch etwas durchgreifender vollzogen hätte. Damit wäre jedoch der Schrattenkalk unter dem Gross Band nicht mehr der Unteren Silberen-Schuppe, sondern bereits der Bächistock-Decke zuzurechnen und die tiefste Schrattenkalk-Serie würde dann bereits die nicht abgescherte Axen-Kreide darstellen.

Das brüske Einsetzen der untersten Schrattenkalk-Serie im Bisistal würde dem plötzlichen Emporsteigen der Überschiebungsfläche E Hinter Buchs am westlichen Glärnisch entsprechen; dasjenige der mittleren Schrattenkalk-Serie des Bisistales wäre dem Einsetzen des Schrattenkalkes am S-Ende des Glärnischgletschers gleichzusetzen. Das Ansteigen der nicht abgescherten Axen-Kreide — unterste Schrattenkalk-Serie — und der Bächistock-Decke — mittlere Schrattenkalk-Serie — wäre mit dem N-Schenkel der Glärnischgletscher-Mulde zu vergleichen. Damit würde sich selbst noch im Bisistal ein ganz analoger tektonischer Stil abzeichnen wie am westlichen Glärnisch.

Betrachten wir noch die Entwicklung der Schichtreihen, so konstatieren wir, dass sich die unterste Schrattenkalk-Serie des Bisistales talauswärts vervollständigt: über Herrgott und S Stalden glaukonitische Mittelkreide und Seewerkalk, gegenüber der Einmündung des von Otten herunterkommenden Teufbachs in den Starzlenbach etwas Brisibreccie und im Zugang zum Hellloch Assilinengrünsand. In der mittleren Schrattenkalk-Serie setzen über Herrgott ebenfalls Gault und Seewerkalk ein; S Ober Fedli steht auch Brisibreccie an. Dagegen konnte über dem mächtigen Seewerkalk nirgends Assilinengrünsand festgestellt werden. Damit stimmen auch die stratigraphischen Verhältnisse aufs beste mit denjenigen überein, wie wir sie in der Glärnisch-N-Wand antreffen.

Diese dargelegte Interpretation steht aber auch mit dem tektonischen Bau der W anschliessenden Gebiete, dem Wasserberg (cf. p. 68ff.) und der Chaiserstock-Axen-Kette in Einklang.

Neben den Querbrüchen der Brunniswand (SW Fedli) lässt sich an der westlichsten Silberen ebenfalls ein steil S-fallendes Längsbruchsystem feststellen. Dieses verläuft von Hinterthal, etwa 100 m N der Einmündung des Starzlen-

baches S Stalden in den Zugang zum Hellloch — auch der Hauptgang de Höhle bevorzugt diese Störung —, folgt der Müsenbalm (NW Fedli) und gib sich selbst noch über der Sturzegg (E P. 908) zu erkennen. Möglicherweise ge hört dieses ebenfalls noch zum System des nach oben aufsplitternden Vorder glärnisch-Bruches C. SCHINDLER's.

Auf dem Rücken der Oberen Silberen-Decke bemerkte schon J. OBERHOLZE (1908a, b, 1933) verschiedene stark tektonisierte Reste von 5—20 m mächtigem Valanginiankalk und (oder) Kieselkalk. Diese Relikte sind mehr oder weniger über das ganze Silberenplateau verbreitet, zeigen überall, wo sich dies feststellen lässt, eine verkehrte Lagerung und liegen fast durchweg in Nischen, Mulden oder grabenartigen Senken. Gegen N erscheinen sie weit weniger gequetscht und demzufolge bedeutend mächtiger. So reicht der Valanginiankalk im Gebiet des Chrüz wenigstens 10 m und der Kieselkalk gar über 30 m. J. OBERHOLZER fasste all diese Vorkommen als T o r a l p - D e c k e zusammen.

Vorkommen der Toralp-Serie auf dem Rücken der Oberen Silberen-Decke

Vorkommen (von E nach W angeordnet)	Ausdehnung	Schichtfolge v = verkehrte Serie festgestellt	
E Lecki (Hintere Silberenalp)	2 ha	Dr, Kk, Vk	v
Silberengipfel	10 ha	Vk	
S Silberengipfel, P. 2298	1 ha	A, Sh, Dr, Am, Kk, Vk	v
Höchst Twärenen, S P. 2252	1 ha	A, B, Sh, Dr, Am, Kk, Vk	v
Hinterst Twärenen–Toralp	0,6 km²	Kk, Vk	
Torplätz (N Toralp)	2 ha	Dr, Am, Kk, Vk	v
Butzen	15 ha	Vk	
N Fürstein	10 ha	Vk	
Ruchtritt, NE Pragelpass	20 ha	Vk	
Chalberloch, S Pragelpass	1 ha	Vk	
ESE Guetentalboden	5 ha	Vk	
Ober Roggenloch	20 ha	Vk	
Grabenbruch E Schluchbüel		Kk, Vk	v
Schluchbüel	2 ha	A, B, Sh, Kk, Vk	v
N Tor	10 ha	Kk, Vk	v
S Flöschen	5 ha	Kk, Vk	v
Äbnenmatt	10 ha	Kk, Vk	v
Flöschen	1 ha	Kk, Vk	v
E Silberstöckli (LK: P. 1683.6)	3 ha	Kk, Vk	v
Bödmerenwald (verschiedene kleinere		Sh, Kk, Vk	v
Vorkommen zwischen Mittenwald und		Kk, Vk	v
Roggenstöckli)	10 ha	Kk	
Unter Gschwänd	**3 ha**		
Ober Gschwänd	**13 ha**		
Gschwändeigen (LK: P. 1369)	**2 ha**		
Chrüz	**1 km²**		

A = Flubrigschichten, Albian-Basisbildungen
B = Brisibreccie **Dr** = Drusbergschichten
Sh = Schrattenkalk **Am** = Altmannschichten

Aus der Tatsache, dass am S- und am N-Abhang sowie auf der W-Seite des Roggenstöckli (cf. p. 62) die Valanginianmergel als tiefstes Schichtglied der Drusberg-Klippe auf Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk der Oberen Silberen-Decke ruhen, während sie auf der E-Seite dem Valanginiankalk der Toralp-Serie aufliegen, schloss schon J. OBERHOLZER (1933: 116), dass die Toralp-Serie «schon primär infolge tektonischer Verquetschung auf weite Strecken fehlte».

Bei der Neuaufnahme konnte die Zahl ihrer Vorkommen auf dem Rücken der Silberen-Decke noch beträchtlich vermehrt werden (cf. p. 60).

Die Schichtreihe der Toralp-Serie ist meist sehr lückenhaft; nur S Höchst Twärenen (LK: Oberst Twärenen) konnte ein lückenloses, von den Flubrigschichten des Albian bis in den Valanginiankalk reichendes Profil aufgenommen werden (cf. p. 67). Es kann sich somit bei der Toralp-Serie nicht einfach um verschleppte Reste der Valanginiankalk/Kieselkalk-Grenze der Oberen Silberen-Decke handeln. Da ihre Fazies weder mit derjenigen der Oberen Silberen-Decke noch mit derjenigen der Drusberg-Decke völlig übereinstimmt, betrachtet sie W. BRÜCKNER (1947b: 166) als Mittelschenkel der Säntis–Drusberg-Decke.

Die Entstehung der Toralp-Serie stellt sich J. OBERHOLZER (1933: 115) so vor, «dass der südliche Teil der obern Silberndecke von der aus dem S vorrückenden Drusbergdecke erfasst, nördlich vom Kratzerengrat muldenförmig umgebogen und dann über den nördlichen Teil der obern Silbern-Decke weggeschoben, dabei zerdrückt und ausgewalzt wurde». Problematisch erscheint vor allem der «synklinale Zusammenhang» der Toralp-Serie mit der Oberen Silberen-Decke (cf. J. OBERHOLZER 1908b: 544 und 1933: 115 sowie W. BRÜCKNER 1947b: 165). Wohl lässt sich zwischen Hintere Brust und Äbnenmatt ein deutliches Aufrichten von Valanginiankalk und Kieselkalk der Oberen Silberen-Decke beobachten. Während diese N Nägeliberg noch leicht nach N einfallen, richten sie sich talaufwärts immer mehr auf. S Chalbertal stehen sie bereits senkrecht und im Schindlenband deutlich überkippt. Dieses Umbiegen ist jedoch viel eher auf die ebenfalls nordwärts überkippte Struktur des Bös Fulen-Gewölbes zurückzuführen, fallen doch auf der Toralp die Schichten von S nach N erst steil gegen N überkippt, richten sich dann aber immer mehr auf. 30 m N P. 2154 steht der Kieselkalk bereits senkrecht. Die kleinen, zur Toralp-Serie gehörenden Valanginiankalk-Fetzen wenig weiter SE liegen bereits völlig diskordant auf dem Kieselkalk und der Valanginiankalk 50 m weiter N zeigt eindeutig ein schwaches N-Fallen. Merkwürdig wäre überdies die Steilstellung der Lidernenschichten, die als 15—20 m mächtige glaukonitische Zone im Kieselkalk sich über die ganze obere Toralp verfolgen lassen.

Auch zwischen Torstöckli (W Tor) und Äbnenmatt konnte nirgends ein einwandfreier synklinaler Zusammenhang beobachtet werden; stets ruht die Toralp-Serie mit scharfer Diskordanz auf ihrer Unterlage.

Die mit verkehrter Schichtfolge der Oberen Silberen-Decke aufliegende Toralp-Serie ist somit als ursprünglich unmittelbar S daran anschliessende Front der Drusberg-Decke zu betrachten, die bei deren Vormarsch zum Teil über-

fahren und ausgewalzt wurde und als Relikte in Vertiefungen der Oberen Silberen-Decke zurückblieb.

Über dieser sehr komplexen Unterlage — Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk der Oberen Silberen-Decke und ausgewalztem Valanginiankalk der von J. Oberholzer als Toralp-Decke bezeichneten, verkehrtliegenden Schichtserie der Drusberg-Decke — folgt am Roggenstöckli, einem länglichen, bis 100 m hohen Felsrücken N der Hütten von Bödmeren, nochmals eine Serie von Valanginianmergeln, Valanginiankalk und Kieselkalk.

Wie bereits J. Oberholzer (1933: 131, 335) festgestellt hatte, stimmt die Fazies der Kreide des Roggenstöckli vollkommen mit derjenigen der Drusberg-Decke überein: fossilarme Valanginianmergel, Valanginiankalk — in der Ausbildung des schieferigen Diphyo[illegible]eskalkes — und ausgesprochen schieferig bis dünnplattiger Kieselkalk, der sich von demjenigen der Oberen Silberen-Decke deutlich unterscheidet. Die fazielle Übereinstimmung mit der Unterkreide der Drusberg-Kette geht sogar so weit, dass das Roggenstöckli praktisch unmittelbar S an diese anzuschliessen ist. Daher scheint es wenig wahrscheinlich, dass die Drusberg-Kreide überall auf dem Rücken der Oberen Silberen-Decke bis auf das kleine Relikt des Roggenstöckli abgetragen worden ist (cf. J. Oberholzer 1933: 131). Vielmehr liegt hier eine, beim Vorgleiten der Drusberg-Kreide über die Stirnteile der Oberen Silberen-Decke abgetrennte und zurückgebliebene Scholle vor.

Durch den weiteren Zusammenschub des Unterbaues, verursacht durch das spätere Nachgleiten der rückwärtigeren Teile der Axen-Decke und ihrer höheren Zweigdecken, wurde der Rücken der Oberen Silberen-Decke wellenartig verbogen. In der Sekundärmulde des Roggenloch wurde das von der Hauptmasse der Drusberg-Kreide losgetrennte Relikt am weitern Nachgleiten gehindert. Auch wäre bei einem flächenhaften erosiven Abtrag das Fehlen in der östlichen Fortsetzung dieser Mulde, im Oberen Roggenloch, nur schwer verständlich, um so mehr als der Valanginiankalk der Drusberg-Verkehrtserie vor dem Abtrag verschont blieb.

Das Roggenstöckli ist somit nicht als eigentliches Erosionsrelikt aufzufassen, sondern als ein beim Vormarsch der Drusberg-Decke von der Hauptmasse der Decke losgetrenntes und in der offenbar damals entstandenen Längsmulde der Oberen Silberen-Decke zurückgebliebenes Relikt der Drusberg-Decke.

Dass beim Vormarsch der Drusberg-Decke auch da und dort die Unterlage, die Obere Silberen-Decke und die darüber verschiedentlich sich einstellende verkehrtliegende Toralp-Serie (cf. p. 60) in Mitleidenschaft gezogen wurde, ist verständlich. So wurde die kleine Schrattenkalk-Klippe S des Pragel (P. 1793) vermutlich vom steilstehenden Mittelschenkel d[illegible] Z-förmigen Ochsenstrich-Falte abgeschert, vollends überdreht und auf der[illegible] den Seewerkalk überschoben. Auch SE der Hütt[illegible] bar Schrattenkalk-Schubspäne der Oberen Sill[illegible] der Drusberg-Front unter den Valanginiankalk [illegible]

Da und dort wurden Pakete von Seewerkalk d[illegible] von Valanginiankalk der Toralp-Serie mitgerisse[illegible]

langinianmergel der Drusberg-Decke eingespiesst, eine Erscheinung, auf die eits P. ARBENZ (1905a: 60ff.) hingewiesen hat. J. OBERHOLZER (1933: 133 bis i) erwähnt ebenfalls mehrere derartige Vorkommen. Besonders augenfällig d diejenigen vom Pragel und vom Guetentalboden. Allerdings wurden sie ı OBERHOLZER (1933: 135, Fig. 35) zum Teil etwas anders gedeutet. So rech- e er die bei der Grubi (P. 1452, 1,5 km SW des Pragel) über der stark tek- isierten Seewerkalkscholle liegenden Valanginianmergel, zusammen mit igen etwas merkwürdigen Schichtfolgen N der Richisau und N Ralli im hin- en Klöntal, sowie die versackten Kieselkalkmassen vom Sulzboden (1 km les Pragel) zu seiner «Richisauer Zwischendecke».

W. BRÜCKNER (1947b: 167) erkannte dann die wahre Natur dieser Zwischen- ke: die Sulzboden-Platte als eine von der Mieseren–Saasberg-Kette abge- kte Kieselkalkmasse, die oberhalb der Richisau verzeichneten Aufschlüsse über Valanginianmergel liegende, verschuppte Valanginiankalk-Kiesel- lk-Serie in südhelvetischer Fazies, welche in den Vorkommen zwischen Vor- r Richisau und Ratlis mit jüngeren, stark tektonisierten und auf wenige eter reduzierten Kreidegesteinen — Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk — sammentreffen. Diese jüngeren Kreideschichten schliessen in ihrer Fazies g an diejenige der Axen-Decke an und sind wohl als davon abgeschürfte hubspäne zu interpretieren, die nach W. BRÜCKNER rein zufällig mit ver- huppten, tektonisch aber nur wenig beanspruchter südhelvetischer Unter- eide in Kontakt gekommen sind.

Stratigraphische Detailprofile

ofil durch Oberen Valanginiankalk und Pygurusschichten der nicht abgescherten Axen-Kreide am Weg Chlüstalden–Richisau, Koo. (1): 714200/208080/1080, (10): 712370/208160/1095

Kieselkalk: düster graubeige anwitternder, feinkörniger, gebankter Kalk, sehr schlecht aufgeschlossen.

Pygurusschichten (ca. 8 m):

0,5 m	hell bräunlich beige anwitternder, feinspätiger Kalk, von markasithaltigen Sandschlieren durchsetzt.
4,5 m	gelblich bräunlicher, spätiger Kalk mit zahlreichen, bis 5 mm grossen Quarzkörnern und massenhaft kleinen Fossiltrümmern.
3 m	gelblich anwitternder, von Sandschlieren durchzogener, spätiger Kalk.

Oberer Valanginiankalk (ca. 23 + x m):

2,5 m	hell beigegrau anwitternder, feinspätiger Kalk.
4,5 m	schlecht aufgeschlossener, feinspätiger Kalk.
3 m	hell beigegrau anwitternder, feinspätiger Kalk, stark tektonisiert.
2,5 m	schlecht aufgeschlossener, feinspätiger Kalk.
3 m	hell graubeige anwitternder, feinspätiger, dickbankig bis massiger Kalk.
1,5 m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, grümelig-dünnbankiger Kalk.
5,5 m	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, graubeiger Kalk, undeutlich gebankt, deutliche Scherfläche.
	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, graubeiger Kalk.

Profil durch die Mittlere Kreide der Bächistock-Decke des Alpeli, S der Richisau, Koo. (1): 711340/207820/1750, (9): 711300/207800/1750

Seewerkalk: hellgrauer, feinkristalliner Kalk mit Tonhäuten.

(9) 0,8 m «Überturrilitenschicht»: seewerähnlicher Kalk mit gegen oben allmählich sich verlierenden Glaukonitkörnern; mit vereinzelten Neohiboliten.

(8) 1 m Turrilitenschicht: dunkelgrüner, feinkörniger, besonders an der Basis äusserst glaukonitreicher Sandkalk mit gegen oben schlierenartig abklingendem Sand- und Glaukonitgehalt. Besonders an der Basis mit zahlreichen Phosphoritknollen, Mariellen, *Stoliczkaia, Lechites, Hamites.*

(7) 0,2 m Aubrigschicht: dunkelgrüner, äusserst glaukonitreicher, knollenfreier Sandstein.

(6) 2 m Knollenschichten: dunkelgrüner, glaukonitreicher, siltiger Sandkalk mit glaukonitarmen, stärker rückwitternden Kalkknollen, die gegen oben an Grösse und Häufigkeit abnehmen; vereinzelte Neohiboliten.

(5) 1,2 m Twirrenschichten: graugrün anwitternder, glaukonitischer Sandstein mit siltiger Kalkbank, gegen oben in (6) übergehend.

(4) 2,5 m Flubrigschichten: schmutzig grüngraue, glaukonithaltige Mergelschiefer mit vereinzelten Neohiboliten und Gastropoden.

(3) 0,3 m Durschlägi-Fossilschicht: glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit Phosphoritknollen, Neohiboliten, Inoceramen und Gastropoden; an der Basis bis 20 cm mächtiger, glaukonitreicher Sandkalk.

(2) 6,5 m Brisibreccie: bräunlich grau anwitternder, grobspätiger Echinodermenkalk mit Fossiltrümmern und Quarzkörnern; von glaukonitreicheren Bändern und Schlieren durchsetzt.

(1) 5,7 m Brisisandstein: dunkelbraun anwitternder, feinkörniger, graugrünlicher Glaukonitsandstein; mit scharfer Grenze auf dem Oberen Schrattenkalk aufliegend.

Oberer Schrattenkalk: grau anwitternder, spätiger Kalk mit vereinzelten Requienien.

Profil durch Kieselkalk und Altmannschichten der Oberen Silberen-Decke der Lecki (Silberenalp), Koo. (1): 712640/204370/1970, (21): 712380/20468[illegible]/2030

Drusbergschichten: hell anwitternde, dünnschieferige Mergel.

Altmannschichten: (ca. 16 m):

(21) 9,5 m graubraun anwitternder, sandiger Kalk mit glaukonitischen Schlieren und Nestern, sowie fast glaukonitfreien Kalkknollen, mit Belemniten und *Aetostreon latissima* (Lmk.); durch Abklingen des Glaukonit- und des Sandgehaltes nach oben in Drusbergschichten übergehend.

(20) 6,5 m sehr glaukonitreicher, etwas toniger
mit länglichen Pseudofossilien, Belemnit
moniten (*Barremites* ?).

Echinodermenbrekzie des [illegible]

(19) 0,6 m grobspätiger Echinodermenkalk mit Se

(18) 1,3 m feinspätiger Sandkalk mit spärlichen Glau

(17) 1,4 m grobspätiger Echinodermenkalk mit Glaukoni

i) 3,8 m hell anwitternder Sandkalk mit Kieselknollen und Kiesellagen, glaukonitarm, nach oben übergehend in (17).
i) 3,3 m grobspätiger Echinodermenkalk, reich an Glaukonitnestern und verkieselten Schalentrümmern und Belemniten.
l) 2 m glaukonitreicher, sandiger Kalk mit grösseren Quarzkörnchen.
l) 4 m grobspätiger Echinodermenkalk mit hell anwitternden Silexlagen, besonders an der Basis; gegen oben treten Glaukonitschlieren und Schalentrümmer auf.

Oberer Kieselkalk (ca. 60 m):

') 13 m feinkörniger Sandkalk mit kleineren, lagig angeordneten Silexknollen.
:) 4,5 m schlecht aufgeschlossener Sandkalk mit grossen, hell anwitternden Silexknollen.
l) 28 m fleckig graubräunlich anwitternder, feinkörniger Sandkalk mit grossen, lagig angeordneten Silexknollen und Silexlagen.
l) 3,5 m bräunlich oliv anwitternder, feinkörniger Sandkalk mit vereinzelten Silexknollen.
l) 5,5 m schwarzgrau anwitternder, feinkörniger Sandkalk, an der Basis noch vereinzelte Glaukonitkörner.

Lidernenschicht (ca. 4 m):

) 2,5 m grünlich braun anwitternder, grünlich schwarzer Sandkalk mit Belemniten, Ammoniten (schlecht erhaltene Crioceraten) und Toxastern; meist vegetationsbedecktes Isoklinaltälchen bildend.
) 1,6 m Sandkalk mit Silexknorren, kleinen Schalentrümmern und Toxastern; gegen oben setzen glaukonitische Schlieren ein.

Unterer Kieselkalk (ca. 54 m):

) 4,5 m hell anwitternder, körnig-spätiger Kalk mit Schalentrümmern.
) 12 m braungrau anwitternder, feinkörniger Sandkalk mit Kieselknorren und Fossilsteinkernen (Spatangen).
) 28 m hell graubraun anwitternder, löcherig-furchiger Sandkalk mit vereinzelten, unregelmässig rundlich struierten Silexknollen; gegen oben sandiger werdend.

Schieferiger Kieselkalk: graubraun anwitternd, feinspätig.

9 m schwarzgrauer, leicht schieferiger Sandkalk; dickbankig.
0,5 m durchgehend vegetationsbedecktes Isoklinaltälchen; Gemsmättlischicht?

Oberer Valanginiankalk: schrattenkalkartig anwitternder, feinspätiger, dunkelgrauer Kalk mit zahlreichen dunklen Silexknollen.

ɔfil durch die Unteren Orbitolinenschichten der Oberen Silberen-Decke ESE Silberengipfel, Koo. (1): 711840/205340/2115, (11): 711800/205300/2115

Oberer Schrattenkalk: hell silbergrau anwitternder, spätiger Kalk.

Untere Orbitolinenschichten (ca. 15 m):

1) 1 m beigegrau anwitternder, siltiger Mergelkalk mit rostig anwitternden, sandreicheren, gegen oben allmählich sich verlierenden Schlieren; mit kleinen Terebrateln, zahlreichen Orbitolinen und massenhaft Milioliden.
.0) 1,2 m beige bräunlicher, knorrig verwitternder, feinkörniger Sandstein, gegen oben kalkreicher werdend.

(6) 1 m schieferiger, glaukonitreicher Sandkalk mit rostig-braun anwitternden wurmgangartigen Gebilden: Altmannschichten.
(5) 0,7 m schieferiger, glaukonitreicher Sandkalk mit Belemniten und Austernfragmenten: Altmannschichten.
(4) 0,8 m bräunlich-grau anwitternder, mergeliger Knollenkalk: Drusbergschichten.
(3) 1,8—4 m stark calcitisierter, hellgrau anwitternder Kalk, im Bruch graubräunlich Schrattenkalk.
(2) 0,2 m glaukonithaltiger Sandkalk mit Phosphoritknollen: Albian-Basisbildungen.
(1) 0,5 m stark laminierte, glaukonithaltige Mergelschiefer: Flubrigschichten.

Überschiebungsfläche der Toralpserie gegen N 5—25° ansteigend.
Aubrigschichten in Knollenfazies der Oberen Silberen-Decke.

Wasserberg

Die beiden tiefen Erosionsfurchen, das Bisistal im E und das Hürital im W vermitteln einen guten Einblick in den tektonischen Bau des Wasserberges. In beiden Tälern liegt über dem obersten Quintnerkalk des steil N-fallenden Fulen-Gewölbes die nicht abgescherte Axen-Kreide. Wie am Glärnisch und im Silberengebiet, so stellen sich auch am Wasserberg unter der Überschiebungsfläche der Bächistock-Decke nach N sukzessive jüngere Kreideschichtglieder ein: erst Zementsteinschichten, dann Unterer Öhrlikalk, Oberer Öhrlimergel, Oberer Öhrlikalk, Valanginianmergel, Valanginiankalk und schliesslich Kieselkalk. Andererseits greift die Überschiebungsfläche in der Bächistock-Decke nach S in immer tiefere Schichtglieder hinab, so dass diese am Mattner First bereits tief in den Zementsteinschichten verläuft. W. Hauswirth (1913: 636) deutete diese Erscheinung in Anlehnung an seinen Lehrer Alb. Heim (1891: 60), noch als östliche Fortsetzung der Axenmättli-Mulde.

Vom Bisistal über Gigen, Unter und Ober Träsmeren bis ins Hürital beginnt die Bächistock-Decke mit Öhrlikalk. Während am Träsmerenseeli, im Sattel zwischen Wasserbergfirst und Mattnerfirst, Valanginianmergel das jüngste Schichtglied darstellt, reicht die Schichtfolge oberhalb Gigen und zwischen Ober Träsmeren und Spitzenstein bis in den Valanginiankalk, und wenig weiter N stellt sich sowohl im Bisistal wie im Hürital Kieselkalk ein. Oberhalb dem Waldhüttli erscheinen im Hürital erstmals Echinodermenbrekzie und Altmannschichten, etwas weiter talauswärts folgen mächtige, offenbar auch noch tektonisch angereicherte Drusbergschichten. Zwischen Liplisbüel und Stali wird dieses tektonische Element leider durch ausgedehnte Schuttbedeckung verhüllt. Oberhalb Stali erkennen wir jedoch unter der nächsthöheren, vom Wasserbergfirst über Lauiberg, Böllerstöckli durc serie ein aufgebrochenes Gewölbe mit Unteren über folgen mächtige, mergelig-siltige Orbitolin mächtiger Oberer Schrattenkalk.

Unter abermaliger Schuttbedeckung treten Hinterthal nochmals Orbitolinenschichten und

Sehr wahrscheinlich ist dieser tektonisch der nicht abgescherten Axen-Kreide zuzuordnen, was sich mit der N Balm, zwischen Muota und Starzlenbach, auftretenden Serie von Orbitolinenschichten und Oberem Schrattenkalk gut vereinbaren würde (cf. p. 59).

Über den Drusbergschichten der Bächistock-Decke folgen im Hürital E Waldhüttli nochmals Valanginiankalk, Kieselkalk und, an der Basis des Lauiberges und N davon, Altmannschichten und Drusbergschichten. Gegen S stellen sich unter dem Valanginiankalk noch Valanginianmergel ein, die sich, wie der Valanginiankalk, S um den Wasserbergfirst herum bis ½ km E Hinderist Hütte verfolgen lassen, während der darüberliegende Kieselkalk S des Wasserbergfirstes ausspitzt, aber bereits vor dem Geißstock wieder einsetzt und bis NE Hinderist Hütte durchhält.

Gegen das vordere Bisistal wird das Verfolgen der einzelnen Elemente auf der Seite des Wasserbergs durch mächtige Schutthalden und ausgedehnte Sackungen stark beeinträchtigt. Lediglich für die nicht abgescherte Axen-Kreide ergaben die Stollenaufnahmen für die Stufe Mettlen–Hinterthal der Kraftwerke des Bezirkes Schwyz einige Anhaltspunkte.

Am Lauiberg setzt über diesen tektonisch höheren Drusbergschichten nochmals eine höhere Serie ein, die dort mit Kieselkalk beginnt. Weiter gegen S, am Wasserbergfirst, stellt sich unter dem Kieselkalk noch Valanginiankalk ein, der sich um die S-Seite des Wasserbergfirstes und durch das Wite Tor bis in die NE-Flanke verfolgen lässt und den Kieselkalk des Gipfelgrates trägt.

Auch am Geißstock lässt sich der Valanginiankalk der Gipfelserie auf drei Seiten verfolgen. Lediglich auf der N-Seite hat die listrische Überschiebungsfläche bereits den Kieselkalk erreicht.

Es stellt sich nun die Frage nach den jüngeren Schichtgliedern dieser Gipfelserie. Am Böllerstöckli tritt über Kieselkalk, Echinodermenbrekzie, Altmann- und Drusbergschichten erstmals Schrattenkalk auf, der zu einer tauchenden, gegen N geöffneten Mulde deformiert wurde. Dieser Schrattenkalk hängt eindeutig mit der tieferen Valanginiankalk-Kieselkalk-Serie des Wasserbergfirstes zusammen. Wenig N des Böllerstöckli stellen sich nochmals mergelige Schichten ein, die entweder als Drusbergschichten einer höheren Kreideserie oder allenfalls als normalstratigraphisch im Unteren Schrattenkalk eingelagert zu interpretieren sind, wie solche etwa an der Guggerenflue hinter Unteriberg in der Stirn der Drusberg-Decke als Guggerenband bekannt wurden und an die auch der südliche Wasserberg unmittelbar N anschliesst. Eine analoge Erscheinung treffen wir übrigens im Säntisgebirge in der Altmann-Hundstein-Serie, die tektonisch und raummässig der obersten Schrattenkalkserie des Wasserberges entspricht.

Der bis wenig oberhalb Ober Feden verfolgbare, in zwei Z-Falten gelegte Schichtstoss von Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk ist, wie das Verfolgen der Strukturen vom Bollerstöckli gegen Dreckloch und weiter über das Bisistal hinweg gegen Ober Saum und Chalbertal zeigt, eindeutig mit der Oberen Silberen-Decke des westlichen Silberengebietes zu verbinden.

Der verkehrtliegende Schrattenkalk von Wegscheidi–Wallis ist beim Vor-

0,6 m bräunlich olivgrün anwitternder, glaukonitischer Sandkalk, von üppigem Pflanzenwuchs bedeckt. An der Basis lagig-knorrig.
hellgrau bis schwach gelblich anwitternder, spätiger Kalk mit vereinzelten Silexknollen; gegen oben Glaukonit aufnehmend.

Glatten–Schächentaler Windgällen–Chinzig

rfolgen wir die geologischen Strukturen von der Klausenpasshöhe gegen
erkennen wir im Lias-Stockwerk eine erste deutlich ausgebildete Falte
Ober Balm. Schon J. OBERHOLZER (1933: 93) parallelisierte diese nordwärts
kippte Falte mit derjenigen am Firner Geissberg (cf. p. 19). Die ent-
hende Struktur im Dogger und in den Schiltschichten zeichnet sich E des
alper Chulm als spitze, stark nach N überliegende Falte ab. Ihr östliches
valent treffen wir SE des Firner Lochs (cf. p. 22).
e nächste Falte W des Klausenpasses, diejenige am Geissberg SE des Ruos-
Chulm, wäre damit der Zingel-Falte E des Passes gleichzusetzen. Eine
re Falte im Lias-Stockwerk beobachten wir am Sädel über der Heitman-
Die entsprechende Struktur im Eisensandstein vollzieht sich bereits E, in
Echinodermenbrekzie W des Axen. S der Pfaffentürm (P. 2370) erkennen
m Dogger-Malm-Stockwerk eine prachtvolle, leicht nach NW überkippte
elfalte. Im Lias-Stockwerk treten die analogen Strukturen, zufolge der
edehnten Schutthalden am S-Fuss der Schächentaler Windgällen und des

des Glatten vom Unteren Quintnerkalk bis in die Zementsteinschichten reicht. Sie ist der Ortstock-Schuppe (cf. p. 26) gleichzusetzen und repräsentiert damit den Malmkern der Drusberg-Decke.

Eine erste nordwärts überliegende Doggerfalte erscheint am Bergherd, am N-Fuss des Glatten. Die entsprechende Struktur in den Schiltschichten stellt sich über dem Aufstieg zum Firner Loch, dem Übergang nach dem Urnerboden, ein. Weiter E greift ihre Stirnumbiegung über die zum Firner Loch aufsteigende Störung auf die Märenberge über. Am Fuss der W-Wand des Märenspitz zeichnen sich in den Schiltschichten zwei weitere, nach N überkippte Faltenstrukturen ab: erst eine kleine, weiter N eine grössere, in eine Spitze ausgezogene Falte, die dem Doggerkern von P. 1696 entspricht.

Übereinstimmende Faltenbilder lassen sich W über der Ruosalp, an der Lägend Windgällen und an der nach N sich fortsetzenden Steilwand, zwischen Schnäbeli und Loch, beobachten, wobei die Doggerfalte von Bergherd, wie die Aufschlüsse am N-Fuss der versackten Malmmassen des Chli Glatten und des Rau Stöckli dokumentieren, mit der Falte im Unterbau des Ruchstöckli (P. 2318,4) E Ruosalper Chulm zu verbinden ist. Dieser Doggerfalte entspricht die Falte in den Schiltschichten der Lägend Windgällen.

An der Nissegg, auf Eggen und unterhalb Vorläubli tritt im hintersten Bisistal erstmals Lias auf, der durch eine undeutlich in Erscheinung tretende Störung treppenartig tiefer gesetzt wird. Diese Störung dürfte der Dogger-Malm-Falte über Eigeli und über Waldi entsprechen. Eine nächste Falte zeichnet sich über Sali in der Spitzmeilenserie ab. Sie stellt das Abbild der Dogger-Malm-Struktur im Chupferberg und Geißstock dar. Im Stirngewölbe von Usser Gibel–Schwarzenbach, dem westlichen Äquivalent des Flueberg-Gewölbes, taucht der Lias im Bisistal unter die Talsohle ein.

Über die Zusammenhänge der Strukturen im Dogger-Malm-Stockwerk mit denjenigen im Querschnitt des Linthtales sei auf p. 27 verwiesen; die wahrscheinlichste Parallelisation mit den Elementen weiter im W wird auf p. 74 dargelegt.

Die Störung SW von Schwarzenbach, die sich über Stäfeli–Gandli–Gander Fur–Tor–Rindermatt–Bödmer bis gegen den Chinzig verfolgen lässt, stellt mit grösster Wahrscheinlichkeit die westliche Fortsetzung der Scherfläche dar, die zwischen dem Bösbächi- und dem Bisistal, wie p. 25 ausgeführt wurde, bis in den Dogger hinuntergreift und im Kreide-Stockwerk die Abscherung der Bächistock-Decke bedingt hat. Damit dürfte diese Störung auch im Abschnitt Bisistal–Chinzig der Abscherung der Bächistock-Decke entsprechen.

Die der Abscherungsfläche der Silberen-Decke entsprechende Störung dürfte etwas südlicher verlaufen und dem Faltenknick über der Waldialp, der Waldistöck-Falte, entspringen. Sie verläuft N des Sangigrates zum Rossgrat, über die Oberalp und N des Berglichopf zum Dürr Seeli. Von dort steigt sie in die Lücke W des Sirtenstockes empor. Durch den ESE–WNW verlaufenden Erosionsrand des Schächentales wird dort die Juraplatte, auf der ursprünglich die der Silberen-Decke zuzuordnende Chaiserstock-Kreide zur Ablagerung gelangte, schräg abgeschnitten.

Malm-Stockwerk der Axen-Decke

ental und Bisistal

E

Nördlicher Bärensol-Aufbruch

Südlicher Bärensol-Aufbruch

Chupferberg-Falte

Nördliche Stäfeli-Aufwölbung

Südliche Stäfeli-Aufwölbung

Geißstock-Falte

Bisistal

Hengst-Falte

Waldistöck-Falte

Nördliche Märenspitz-Falte

Ruosalp-Falte

Südliche Märenspitz-Falte

Ruosalper Chulm-Falte

Bergherd-Falte

n-Falten Ruchstöckli-Falte

Über dieser von altersher als Juraplatte der Axen-Decke betrachteten Serie stellt sich im Gebiet der Schächentaler Windgällen noch eine tektonisch höhere Einheit ein, so an der Höch Windgällen selbst, am Felsstock W des Alpler Tor, am Schwarzstock und am Alplerhorn, wie dies schon M. LUTHER (1927) und J. OBERHOLZER (1933) festgestellt hatten. Über der Axen-Decke, deren Schichtreihe in diesem Abschnitt bis in die Zementsteinschichten hinaufreicht, folgt W des Alplerhorns zunächst nochmals ein Schubspan von Quintnerkalk und Zementsteinschichten. Häufig stellt sich gar eine Repetition dieser beiden Schichtglieder ein. Auch im Gebiet der Schächentaler Windgällen, besonders am Schwarzstock, lässt sich über den Zementsteinschichten der Axen-Decke verschiedentlich ein linsenartig ausgedünnter Span von stark mylonitisiertem Quintnerkalk beobachten. Erst über diesem «höchsten Lochseitenkalk» setzt dann die höhere Juraserie ein, die im S mit Schiltschiefern, im N mit unterem Quintnerkalk beginnt. Am Schwarzstock reicht deren Schichtserie bis ins «Mergelband», am Alplerhorn, an der Höch Windgällen sowie am Felsstock N des Alpler Tor stellt sich über dem «Mergelband», das sich durch seine mergeligere Ausbildung und seine bedeutende Mächtigkeit auszeichnet, auch noch Oberer Quintnerkalk ein.

Für die Zuordnung dieser höheren Malm-Serie zur Drusberg-Decke spricht der Umstand, dass an der Wissenwand am NE-Abfall des Muotathaler Schwarzstock an der Basis der Drusberg-Kreide Quintnerkalk mitgeschleppt wurde. Dieser tritt am Muotathaler Schwarzstock genau dort auf, wo die höhere Serie im Gebiet der Schächentaler Windgällen fehlt. Dafür sprechen die genau in der Bewegungsrichtung liegenden Bruchflächen auf der W-Seite des Alplerhorns, und sehr wahrscheinlich ist auch das isolierte Vorkommen von Quintnerkalk-Trümmern im Sattel der Gander Fur, am Fuss des Rossgrates, nicht einfach bloss als Bergsturzmassen zu interpretieren, sondern als beim Vorgleiten des Wissenwand-Malm zurückgebliebene Massen.

Wie im benachbarten Gebiet der Charetalp, so stellen sich auch im Abschnitt zwischen Bisistal und Chinzig zahlreiche Brüche ein, von denen besonders das konstant ESE–WNW verlaufende System sich durch etwas grössere Sprunghöhen auszeichnet. Zweifellos steht dieses mit der Deckenbildung in Zusammenhang. Ein spiegelbildlich zur Urnersee-Kulmination angeordnetes System schiefer Querbrüche ist auch aus dem Bauen-Gebiet bekannt geworden und von H. J. FICHTER (1934: 116) als System von «Streckungsbrüchen» ebenfalls mit der mise-en-place in Zusammenhang gebracht worden.

Stratigraphisches Detailprofil

Profil durch den Blegioolith S der Ruosalp, S P. 2013, Koo. 706800/193850/2060

Schiltschiefer: phyllitische Mergelschiefer in ziemlicher Mächtigkeit.

(6) 0,8 m Unterer Schiltkalk: schlieriger, grauer, primärbrekziöser Kalk mit rostigen Flecken, vereinzelten, unbestimmbaren Ammoniten, Phosphoritknollen und aufgearbeiteten Eisenoolithen.

Blegioolith (ca. 0,8 m):

(5)	0,3 m	knolliger, gelblich bis grünlichgrauer, feinkristalliner Kalk mit zahlreichen chamositischen und hämatitischen Oolithen und mit eingeschalteten, dünnen Echinodermenkalklagen.
(4)	0,1 m	fahl graugrüne, an der Oberfläche rostig anlaufende, tonige Kalkphyllite, mit scharfer, welliger Grenze auf (3) aufliegend.
(3)	0,2 m	feinkristalliner, knollig struierter Kalk mit zahlreichen Eisenoolithen und unregelmässigen phosphoritischen Knöllchen; schlierenartig von hämatitischen Krusten durchzogen.
(2)	0,1 m	graugrünliche, phyllitische Tonschiefer, mit scharfer Grenze auf (1) aufliegend.
(1)	0,04 m	Echinodermenkalk mit zahlreichen dunklen Eisenoolithen, mit scharfer Grenze der Echinodermenbrekzie aufliegend. Graue Echinodermenbrekzie: fleckig gelblich braun anwitternder, grobspätiger Echinodermenkalk.

Chaiserstockkette

Über das Hürital lassen sich die tektonischen Elemente des Wasserbergs ohne Schwierigkeit in die Chaiserstockkette verfolgen. Am Chinzerberg umfasst das tiefste tektonische Element, die Axen-Decke, Schichtglieder vom oberen Lias bis zu den Zementsteinschichten. N der Seenalp stellen sich Öhrlikalk und unterhalb Alpeli auch noch Valanginiankalk ein. Mit deutlicher Schubfläche folgt darüber, mit Öhrlikalk beginnend, eine erste abgescherte Kreideserie, die an der Rosschälen bis in die Drusbergschichten hinaufreicht und der Bächistock-Decke entspricht. Mit Valanginiankalk beginnt dort eine weitere, noch höhere Kreideserie, die westliche Fortsetzung der Silberen-Decken. Ihre Schichtreihe umfasst bereits zwischen Misthufen und Wiss Nollen sämtliche Kreideschichten bis in die mittlere Kreide, und am Schwarznossen erkennen wir das westliche Äquivalent der Seewerkalk-Mulde, die wir auf der W-Seite des Wasserberges am Abstieg von der Wegscheidi nach dem Liplisbüel gequert haben (cf. p. 70).

Zwischen Vorsiten (P. 1325) und Riggis (P. 1377,9) liegen über dem gegen Muotathal abtauchenden Schrattenkalk der Silberen-Decke zwei kleinere Vorkommen von Kieselkalk, die der Toralp-Serie des Silberen- und des Wasserberg-Gebietes entsprechen. Der darunter liegende Schrattenkalk sowie die beiden Vorkommen auf Riggis und unterhalb Ahöreli sind mit dem verkehrtliegenden, über der Seewerkalk-Mulde folgenden Schrattenkalk des Wasserberges zu vergleichen.

Talauswärts erkennen wir auch auf der W-Sei[illegible] Hü[illegible]s der Bächistock-Decke sukzessive jüngere Schich[illegible] umgekehrt die älteren Kreideschichten der Silbe[illegible] dass SE Vorsiten Unterer Schrattenkalk der [illegible]n Schrattenkalk der Bächistock-Decke und unterm Oberer Schrattenkalk der Silberen-Decke auf Seewe[illegible] zu liegen kommt.

Damit erscheint am Abhang gegen Muotathal und gegen die Goldplangg unter r Silberen-Decke wiederum die Bächistock-Decke über eine grössere Aus-mung. Die Kreideserie von Bürglen S von Muotathal — Orbitolinenschich-n, Oberer Schrattenkalk und im unteren Hürital auch noch Mittlere Kreide — dagegen bereits der nicht abgescherten Axen-Kreide zuzuordnen.

Der durch die tiefe Kerbe des Hüritales prachtvoll aufgeschlossene tektoni-he Stil hält in der Chaiserstockkette bis zum Chaiserstock an. Das höchste, urchgehend verfolgbare tektonische Element der Chaiserstockkette, die Silbe-n-Decke, hebt sich dabei gegen W, gegen die Urnersee-Kulmination, axial mer stärker heraus. Am SW-Abfall des Chaiserstock bricht dieses unvermit-elt ab, so dass weiter W die Bächistock-Decke, mit Ausnahme der Gipfelklippe des Fulen, von der Längsfurche der Goldplangg bis hinab auf den Gipfelgrat der Chaiserstock–Axen-Kette reicht, was schon orographisch zum Ausdruck kommt, ragt doch im Gebirgsabschnitt zwischen Hürital und Urnersee der Chaiserstock als höchster Gipfel, als «Chaiser», empor.

Die auffälligste Detailstruktur in der Silberen-Decke, die tauchende Seewer-kalkmulde vom Schwarznossen, können wir auch im Achslenstock als tief-greifende tauchende Mulde erkennen. Weiter gegen W verliert sie jedoch rasch an Tiefgang. Am Blüemberg Höreli zeichnet sich in ihrem Kern noch etwas Seewerkalk ab; am nächsten Grat, der vom Chaiserstock zum Chli Chaiser (P. 2360) abfällt, tritt dagegen als höchstes Schichtglied der nur noch zur Knie-falte verbogenen Silberen-Decke lediglich noch Oberer Schrattenkalk im Syn-klinalkern auf.

W des Chaiserstockgrates ist die Silberen-Decke noch mit Valanginiankalk und Kieselkalk in der kleinen Gipfelklippe des Fulen vertreten. Ebenso unver-mittelt wie dieses tektonische Element am Chaiserstock abbricht, taucht es je-doch am Alpenrand bei Seewen, genau in der Schubrichtung der helvetischen Decken, als Randkette im Urmiberg wieder empor.

Auf der S-Seite des Chaiserstock reicht die Schichtreihe der Silberen-Decke von den Valanginianmergeln bis in die Unteren Orbitolinenschichten; am NW-Ende des vom Chaiserstock zum Chli Chaiser verlaufenden Grates fallen die tieferen Kreidestufen sukzessive aus. Valanginianmergel und Valan-giniankalk werden sehr bald an der listrischen Überschiebungsfläche abge-schert, so dass am Chli Chaiser die Schichtreihe nach unten bereits mit dem Kieselkalk endet. Wenig weiter N keilen Kieselkalk und schliesslich auch die Drusbergschichten aus, so dass N des Chli Chaiser Schrattenkalk der Silberen-Decke auf Schrattenkalk der Bächistock-Decke liegt, was eine sichere Abtren-nung der beiden tektonischen Einheiten recht schwierig gestaltet.

Am E-Ende des Urmiberges beginnt die Kreide der Randkette mit dem Kieselkalk und reicht als kontinuierliche Serie bis in den Seewerkalk. Darauf transgrediert das Tertiär mit Assilinengrünsand des Lutetian, dann folgen Hohgantschiefer und Globigerinenschiefer.

Stratigraphische Vergleiche zwischen den Schichtreihen der Chaiserstock-kette und des Urmiberges ergaben eine recht gute Übereinstimmung (cf. Detail-profile p. 82ff. und p. 127ff.). Das Auftreten von rotem Seewerkalk bei Krähen

(LK: Chräjen) NW von Brunnen (cf. A. Buxtorf 1916: 17) spricht ebenfalls für eine fazielle Einstufung der Urmiberg-Kreide zwischen Silberen-Raum und nördlichstem Wiggis-Raum, wo am Fridlispitz erstmals roter Seewerkalk auftritt.

Dass es gerade zwischen Chaiserstock und Urmiberg zum Zerreissen der Kreideplatte und zu einer Verfrachtung des westlichen Plattenstückes an den Alpenrand kam, mag seinen Grund neben dem axialen Anstieg der tektonischen Elemente gegen die Urnersee-Kulmination vor allem in dem im Gebiet des Chaiserstock gegen SW immer schieferiger werdenden Kieselkalk haben, was zur Ausbildung interner Gleitflächen führte. Dieses Schieferigerwerden des Kieselkalkes gegen SW lässt sich in der Fulen-Klippe deutlich erkennen. Der Kieselkalk des Fulen entspricht dabei naturgemäss einem südlicheren Ablagerungsraum als derjenige, welcher an den Alpenrand verfrachtet wurde und heute in den Steinbrüchen auf der N-Seite des Urmiberges gebrochen wird.

Als weiteres Indiz für das Abreissen der Urmiberg-Schuppe von der Chaiserstock-Kreide sind auch der durch Querbrüche in seinem Verbande stark aufgelockerte Felsgrat des Chli Chaiser und die ausgedehnten Felssturzmassen an dessen SW-Fuss zu werten.

Genau wie die Silberen-Decke beim Vormarsch der höheren Decken sich W des Chaiserstock nicht mehr auf der Axenkette zu halten vermochte und an ihrer Basis an den Alpenrand verfrachtet wurde, so konnte sich weiter W, im Gebiet W des Rophaien, zufolge des anhaltenden axialen Anstieges, auch die nächsttiefere Kreide-Schuppe, die Bächistock-Decke, nicht mehr auf der Axenkette halten. Am E-Ufer des Urnersees wurde auch sie vollends abgerissen und an der Basis der höheren Decken an den Alpenrand verfrachtet, stellt sich doch NE der Hochflue, bei Iltis S Lauerz — wiederum genau in der Schubrichtung —, in der Randkette eine zweite, tiefere Schuppe ein, die Pilatus-Teildecke Buxtorf's, welche die Gipfel der Hochflue und des Vitznauerstockes aufbaut.

Neben dieser Kreide-Teildecken-Tektonik lässt sich in der Chaiserstockkette, wie am Chinzerberg und im Gebiet W der Schächentaler Windgällen, eine eigenartig quer verlaufende Durchscherung der Serien beobachten, welche kleine, markante Quertälchen und auffällige Steilstufen entstehen liessen. Diese dürften ebenfalls als bei der mise-en-place entstandene Streckungsbrüche aufgefasst werden. Neben den ausgedehnten, isoklinal NW-fallenden Schrattenkalkplatten treten sie namentlich im Kieselkalk der Lidernen und in der Axenkette deutlich zutage.

Stratigraphische Detailprofile

Profil durch den Valanginiankalk der Bächist
Plänggeli, Koo. (1): 697700/197550/2120, (1(

Kieselkalk: (cf. p. 79/80).

(10) 0,4 m Gemsmättlischicht: schwarzbi
nitischer Fossilkondensationshorizont mi
Fossilsteinkernen und vereinzelten Be

obersten Valanginiankalkes füllend; gegen oben fossilärmer und mehr gelblich braun anwitternd, rasch in schwach glaukonitische, sandige Mergelschiefer übergehend.

Valanginiankalk (x + 60 m):

	5,5 m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, gebankter Kalk mit vereinzelten Fossiltrümmern und lagig angeordneten schwarzen Kieselknollen.
	9 m	beige anwitternder Kalk mit vorwiegend lagig angeordneten Kieselknollen, deutlich gebankt; gegen oben etwas mergeliger werdend und einen Talus bildend.
	11 m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, grauer Kalk mit zahlreichen, furchig anwitternden, im oberen Teil lagig angeordneten schwarzen Kieselknollen.
	3 m	gelblich grauer, feinspätiger, dickbankiger Kalk mit vereinzelten schwarzen Kieselknollen.

Äquivalent der Spitzernmergel (18 m):

	10 m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, undeutlich gebankter Kalk; im oberen Teil mit schwarzen Kieselknollen.
	8 m	beigegrau anwitternder, feinspätiger grauer Kalk mit *Pygurus*; deutlich gebankt, mit etwas mergeligeren Schichtfugen; gegen oben allmählich massiger werdend.

Äquivalent des Spitzernkalkes:

	5 m	beige anwitternder, feinspätiger, beigebräunlicher Kalk mit rostigen Schlieren, vereinzelten Fossiltrümmern und furchig verwitternden Kieselkonkretionen; dickbankig bis massig.
	4 m	gelblich anwitternder, feinspätiger Kalk mit rostigen Schlieren, nur noch vereinzelte Fossiltrümmer.
	c+3 m	gelblich bräunlich anwitternder, spätiger grauer Kalk mit rostigen Schlieren und zahlreichen kleinen Fossiltrümmern, deutlich gebankt.

Weit hinaufreichende Schutthalde.

rofil durch den Kieselkalk der Bächistock-Decke am Liderner Plänggeli, Koo. (1): 697650/197560/2180, (19): 697540/197290/2320

Schutthalde; darüber Valanginiankalk der Gipfelklippe des Fulen (Silberen-Decke).

Oberer Kieselkalk (ca. 20+x m):

	5 m	etwas heller anwitternder, schieferiger Sandkalk.
	4 m	bräunlich anwitternder, wabig struierter, massiger Sandkalk mit Schalentrümmern und vereinzelten Kieselknollen; gegen oben in (19) übergehend.
	9 m	hellbeige anwitternder, stark schieferiger, bräunlich fleckiger Sandkalk.
	2 m	hellbeige anwitternder, löcherig-schieferig struierter Sandkalk mit Belemniten.

Lidernenschichten (ca. 30 m):

	0,5 m	hellbeige anwitternder, knolliger Sandkalk mit grossen Glaukonitkörnern, Belemniten und Toxastern.
	0,5 m	glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit zahlreichen schwarzen Phosphoritkonkretionen und zahlreichen Fossilsteinkernen: *Duvalia, Hibolites, Phylloceras perlobatum* (SAYN), *Hemilytoceras sutile* (OPP. in ZITT.), *H. sequens* (VAC.), *Protetragonites, Subsaynella sayni* (PAQUIER), *Barremites, Hamulina, Pseudomelania gernani* PICT. et CAMP., *Eudesia marcousana* D'ORB. und *Toxaster retusus* (LMK.) var. *sentisianus* DES.

(13)	4	m	dunkelbeige anwitternder, lagig-knorriger Sandkalk mit Kieselkonkretionen, an der Basis stark glaukonitisch.
(12)	1,2	m	ziemlich stark glaukonitischer, an Altmannschichten erinnernder Sandkalk, mit zahlreichen Toxastern, Belemniten-Fragmenten, Sternkorallen, Terebrateln, Pectiniden und Schalentrümmern von Austern.
(11)	7	m	beige anwitternder, von Sandschlieren durchzogener, massig-schieferiger Sandkalk mit kleinen, unregelmässig knolligen Kieselkonkretionen, vereinzelten Terebrateln und Toxastern.
(10)	3	m	stark glaukonitischer, braun anwitternder Sandkalk mit hämatitischen Kluftflächen und vereinzelten knolligen Kieselkonkretionen.
(9)	6	m	massiger, beige anwitternder Sandkalk.
(8)	1	m	etwas glaukonitreicherer, bräunlich anwitternder Sandkalk.
(7)	6	m	bräunlich beige anwitternder, von sandigen Schlieren durchzogener, feinkörniger Sandkalk.
(6)	1,2	m	braun anwitternder, glaukonitisch schlieriger Sandkalk, leicht verwitterbar, daher meist vegetationsbedeckten Talus bildend.
			Unterer Kieselkalk (ca. 47 m):
(5)	7,5	m	bräunlich anwitternder, feinkörniger, schieferig-gebankter Sandkalk mit kalkreicheren Knollen; im obersten Abschnitt mit feinen, glaukonitischen Schlieren.
(4)	16	m	leicht knollig struierter Sandkalk.
(3)	7,5	m	durch schieferige Schichtfugen deutlich gebankter Sandkalk.
(2)	9	m	dunkelbeige anwitternder, löcherig-schieferiger Sandkalk, gegen oben massiger werdend; von parallelen Kluftflächen durchsetzt.
(1)	7	m	beige anwitternde, schwach glaukonitische, sandige Mergelschiefer mit deutlichem Clivage, aus dem obersten Teil der Gemsmättlischicht hervorgehend, wechsellagernd mit mehr massigen Sandkalkbänken; allmählich in (2) übergehend.
			Gemsmättlischicht (cf. p. 78/79).

Profil durch Altmann- und Drusbergschichten der Bächistock-Decke an der E-Wand des Hundstockes, Koo. (1): 694740/197780/2210, (13): 694690/197910/2160

			Unterer Schrattenkalk
			Drusbergschichten (ca. 40 m):
(13)	4,8	m	gebankte, hell anwitternde Kalke mit vereinzelten, gegen oben immer spärlicher werdenden, mergeligen Zwischenlagen; allmählich in dickbankig bis massigen, eine gelblich anwitternde Steilwand bildenden Unteren Schrattenkalk übergehend.
(12)	1,5	m	graue, dünnschieferige Mergel; intensiv wechsellagernd mit schmächtigen, knolligen Mergelkalkbänken.
(11)	1,2	m	graubeige, schieferig-grümelige, feinkristalline Kalkmergel mit *Aetostreon*; kleinen Talus bildend.
(10)	3	m	gebänderte, knollige Mergelkalke.
(9)	0,8	m	graubräunliche, schieferige Mergelzwischenlage m bildend.
(8)	1,2	m	knollig struierte, bräunlich graue Mergelkalke.
(7)	1	m	Mergelkalke mit zahlreichen *Aetostreon* in d
(6)	15	m	fleckig beigegrau anwitternde, kalkreichere, mit lagig angeordneten ellipsoidischen, von

durchzogenen Kalkknollen; mit dunkler anwitternden, schieferigen Mergeln wechsellagernd.

(5) 8,5 m bräunlich anwitternde, dünnschieferige, beige Mergelschiefer mit vereinzelten ellipsoidischen, verwitterungsresistenteren, lagig angeordneten Kalkknollen.

(4) 0,5 m hell bräunlich grau anwitternder, knolliger Mergelkalk.

(3) 1,2 m hell graubräunlich anwitternde, dünnschieferige Mergelschiefer.

Altmannschichten:

(2) 1,2 m hellgrau anwitternder, knollig struierter, feinspätiger Sandkalk mit vereinzelten Glaukonitkörnern.

(1) 3 m graubeige anwitternder, feinspätiger, gebankter Sandkalk mit sandig-glaukonitischen Lagen und Schlieren und knollig-lagigen Kieselkonkretionen.

Profil durch die Unteren Orbitolinenschichten der Bächistock-Decke am Hundstockgrat, S P. 2018, Koo. (1): 694550/198370/2000, (25): 694550/198430/2000

Oberer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk.

Untere Orbitolinenschichten (ca. 34 m):

(25) 1 m hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk mit Schalentrümmern.

(24) 0,3 m feinkörnig-feinspätiger Kalk mit rostig braunen Sandschlieren.

(23) 4,5 m fleckig rostbraun anwitternder, feinkörniger, hellbeiger Sandstein mit knorrigen Verwitterungsformen; tiefere Partien meist vegetationsbedeckte, sandige Böden bildend.

(22) 4,5 m Wechsellagerung von 0,3—0,6 m mächtigen, feinspätig-oolithischen Kalkbänken mit kleinen Fossiltrümmern mit mergeligen, von Orbitolinen und kleinen Austern erfüllten Zwischenlagen.

(21) 0,5 m spätiger, leicht mergeliger, feindetritischer Kalk, schwach eisenschüssig, stellenweise deutlich oolithisch, mit Fossiltrümmern, Austern, kleinen Terebrateln, *Pygaulus* und häufigen Orbitolinen.

(20) 1 m grauer, leicht mergeliger Kalk.

(19) 0,6 m graubeiger Mergelkalk mit massenhaft Rhynchonellen, kleinen Austern, kleinen, turmförmigen Gastropoden und massenhaft rötlichen Orbitolinen.

(18) 1,1 m grauer, nur noch schwach gelblich anwitternder, leicht mergeliger Kalk; an der Basis knollig-grümelig, mit Seeigelquerschnitten.

(17) 0,3 m kalkige Mergelzwischenlage mit zahlreichen grossen und kleinen Terebrateln und Rhynchonellen.

(16) 1,2 m grauer bis schwach gelblicher, leicht mergeliger Kalk; an der Basis relativ zahlreiche Orbitolinen.

(15) 0,6 m grümeliger, oolithischer Mergelkalk mit vereinzelten Orbitolinen, kleinen und grossen Terebrateln, zahlreichen Panopaeen und kleinen Austern.

(14) 1 m fleckig gelblich grau anwitternder, feinspätig-onkoidischer Kalk mit etwa 0,2 m mächtiger, etwas mergeligerer Zwischenlage.

(13) 0,4 m gelblich bräunlich anwitternde Mergelzwischenlage.

(12) 1,2 m fleckig gelblich grau anwitternder, feinspätig-onkoidischer Kalk, gegen oben etwas mergeliger werdend.

(11) 0,2 m gelblich anwitternde, oolithische Mergelkalklage.

(10) 0,7 m fleckig gelblich grau anwitternder, feinspätiger, schwach mergeliger Kalk.

(9) 0,3 m brauner, feinkörniger Kalksandstein mit Schalentrümmern, häufig oberflächlich entkalkt.

(8)	0,6	m	fleckig gelblich grau anwitternder, feinspätig-onkoidischer Kalk.
(7)	0,3	m	dunkelgrauer, onkoidischer Mergelkalk.
(6)	1,6	m	fleckig gelblich grau anwitternde, feinspätig-onkoidische Kalkrippe.
(5)	8,1	m	gelblich bis bräunlich graue Mergelkalke mit vereinzelten Orbitolinen, Schalentrümmern, Trümmern von Seeigelstacheln, Requienien, Agriopleuren, grossen und kleinen Terebrateln und Rhynchonellen; mit etwas kalkigeren, feinspätigen, onkoidischen Kalkbänken wechsellagernd; auf der NE-Seite auffälliges Rasenband bildend.
(4)	0,5	m	graubräunlicher, feinspätig-onkoidischer Mergelkalk mit massenhaft kleinen Austern und kleinen Terebrateln.
(3)	0,8	m	fleckig graubräunlich bis gelblich anwitternder, grümeliger Mergelkalk mit schwarzen Tonhäuten und vereinzelten Schalentrümmern.
(2)	2,1	m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, schrattenkalkähnlicher Kalk.
(1)	0,6	m	hellgrau bis leicht bräunlich anwitternder, feinspätiger, graubeiger Kalk, erstes Rasenband bildend.
			Unterer Schrattenkalk: hell silbergrau anwitternder, graubeiger, dickbankiger Kalk.

Profil durch den Valanginiankalk der Silberen-Decke am NE-Grat des Fulen, Koo. (1): 697530/197300/2310, (8): 697500/197260/2340

			Kieselkalk (cf. p. 82/83).
(8)	0,3	m	Gemsmättlischicht: glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit zahlreichen Fossilsteinkernen: Rhynchonellen und Belemniten; mit scharfer Grenze dem obersten Valanginiankalk aufliegend.
			Oberer Valanginiankalk (ca. 33 m):
(7)	7	m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, grauer Kalk mit vereinzelten Kieselknollen.
(6)	3	m	bräunlich gelb anwitternder, dickbankiger, feinspätiger Kalk.
(5)	5	m	weisslich anwitternder, feinspätiger, deutlich gebankter Kalk mit Zwischenlagen von schwarzen Kieselknollen.
(4)	18	m	weisslich bis hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk, undeutlich gebankt, mit Kieselknollen.
			Äquivalent der Spitzern nergel (ca. 19 m):
(3)	7	m	hellgrauer Kalk wie (2), mit vereinzelten Kieselknollen.
(2)	12	m	hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk, undeutlich geschichtet bis geschiefert.
			Äquivalent des Spitzern talkes:
(1)	4	m	gelblich grau anwitternder, feinspätiger, graubrauner Kalk, schlecht gebankt.

Profil durch den Kieselkalk der Silberen-Decke am NE-Grat des Fulen, Koo. (1): 697500/197260/2340, (12): 697230/197140/2490

			Oberer Kieselkalk (ca. 38 m):
(12)	30	m	schieferig-massiger Sandkalk.
(11)	7,5	m	durch rasche Abnahme des Glaukoni den, feinkörnigen, grauen Sandkalk ü
			Lidernenschichten (ca. 16 m):
(10)	1,5	m	von sandig-glaukonitischen, ± parallel

zogener Sandkalk mit hämatitischen Kluftflächen; im obersten Teil mit stark glaukonitischen Schlieren.

3 m mehr massiger Sandkalk mit sandig-glaukonitischen Schlieren.

6 m dunkelbeige anwitternder, feinkörniger Sandkalk mit vereinzelten Kieselknollen, wabig-löcherig anwitternd.

4 m beige anwitternder, feinkörniger, knorriger Sandkalk mit sandig-glaukonitischen Schlieren, kleinen Kieselknollen und vereinzelten Toxastern; gegen oben massiger werdend und übergehend in (8).

0,3 m stark glaukonitischer Sandkalk.

0,5 m beige anwitternder, leicht schieferiger Sandkalk, wabig-löcherig anwitternd, mit glaukonitischen Schlieren.

0,6 m grünlich braun anwitternder, stark glaukonitischer Sandkalk.

Unterer Kieselkalk (ca. 34 m):

22 m schwarz bis dunkelbeige anwitternder, knollig gebankter Sandkalk, schieferig anwitternd; im oberen Teil mit konzentrisch-schalig struierten Kieselknollen und feinverteiltem Glaukonit, zu oberst in netzartigen Schlieren, wabig-löcherig anwitternd, mit kalkreicheren, ellipsoidischen Knollen und Kieselkonkretionen.

10 m beigebräunlich anwitternder, massig-schieferiger Sandkalk, übergehend in (3).

2 m hellbeige anwitternder, mergelig-schieferiger Sandkalk; gegen oben etwas massiger, bräunlicher und zugleich sandreicher werdend, in (2) übergehend.

Gemsmättlischicht (cf. p. 82).

›fil durch die Mittlere Kreide der Silberen-Decke an der SW-Wand des Kleinen Achslenstockes (P. 2020), Koo. (1): 698830/199950/1900, (12): 698850/199950/1920

Seewerkalk: gelblich grau anwitternder, grauer, flaseriger Kalk mit subparallelen Tonhäuten.

) 1,2 m «Überturrilitenschicht»: seewerartiger Kalk ohne Tonhäute mit gegen oben allmählich abnehmendem Glaukonitgehalt.

) 1,7 m Turrilitenschicht: stark glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit *Mariella bergeri* (BRONGN.), *Stoliczkaia, Lechites*, Hamiten, Neohiboliten, Holastern; gegen oben durch Abnahme der Fossilsteinkerne und schlierenartiges Abklingen des Sand- und Glaukonitgehaltes in (12) übergehend.

›) 1,8 m Aubrigschicht: knollenfreier, stark glaukonitischer Sandstein mit hämatitischen Rutschspiegeln.

›) 5 m Knollenschicht: feinkörniger, kalkiger Glaukonitsandstein mit ellipsoidischen, gegen oben immer kleiner und spärlicher werdenden, stärker zurückwitternden Kalkknollen; mit Neohiboliten; aus (8) hervorgehend.

Twirrenschichten (7,5 m):

3) 4,5 m äusserst feinkörniger, glaukonitischer Sandstein mit glaukonitärmeren, undeutlich abgegrenzten siltigen Bänken, aus (7) hervorgehende Steilwand bildend.

7) 3 m glaukonitarmer, graugrüner, siltiger Sandstein mit lagenartig angeordneten, laibförmigen, kalkigeren Knollen, durch bis 50 cm mächtige Mergelschieferzwischenlagen getrennt; mit Neohiboliten und limonitischen, häufig herausgewitterten Konkretionen.

Flubrigschichten (ca. 6 m):

(6) 3,2 m schmutzig graue, glaukonitärmere Mergelschiefer mit Limonitkonkretionen und vereinzelten Fossilresten.

(5) 2,3 m graugrüne, schieferige, glaukonitische Sandkalke mit zahlreichen Phosphoritknollen und limonitischen, häufig herausgewitterten Konkretionen; mit Inoceramen, Gastropoden, Dentalien und unbestimmbaren Ammoniten-Fragmenten.

(4) 0,6 m Wechselfolge von etwas kalkigeren, weniger glaukonitreichen Partien mit ca. 5 cm mächtigen, stark glaukonitischen Fossilkondensationshorizonten mit Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen.

(3) 0,8 m dunkelgraugrüner, sehr glaukonitreicher, leicht verwitterbarer Sandkalk. (= Obere Durschlägischicht Arn. Heim).

Durschlägi-Fossilschicht:

(2) 0,5 m schwarzgrüne, sehr glaukonitr[reiche] Fossilkondensation mit zahlreichen bläulich schillernden Fossilstei[nkern]en und Phosphoritknollen, mit *Inoceramus concentricus* Park. et sp[ec]. div. und verschiedenen Gastropoden, mit scharfer, unebener Grenzfläche der Brisibreccie aufliegend.

(1) 1,8 m Brisibreccie: grobspätiger, sc[hw]ach glaukonitischer Echinodermenkalk; an der Basis glaukonitreich[e] Sandschlieren und Steinkerne von schlecht erhaltenen, gedrungenen [Am]moniten (*Cheloniceras*?), *Plicatula* und Lamellibranchiertrümmer; mit scharfer Grenze dem Oberen Schrattenkalk aufliegend.

Oberer Schrattenkalk: h[ell] silbergrau anwitternder, grobonkoidischer Kalk.

Axenkette

Das tief eingeschnittene Quertal des Urne[r] sees bietet für die Enträtselung des tektonischen Baues der Rophaienkette be[sonders] günstige Aufschluss-Verhältnisse. Die wirr verfalteten Gesteinsschich[ten] und eindrücklichen Faltenstrukturen haben denn auch bereits sehr f[rüh] die Aufmerksamkeit manches Gotthard-Reisenden erweckt (cf. p. 3). Schon 1842 versuchte F. K. Lusser in einem geologisch kolorierten Panorama der [Ost] Seite des Querthales von Art bis Am Steg» den Bau dieser Gebirgskette fe[stzu]halten.

Durch die Erbauung der Axenstrasse und der Gotthardbahn wurde dieser Gebirgsabschnitt neu erschlossen und die geo[lo]gische Erforschung mächtig angeregt. Erst fand U. Stutz (1882) das eigenartige Tertiärvorkommen an der Axenflue. Diesen Felsvorsprung deutete er als eine vom Rophaien abgesackte Masse. Im September 1882 untersuchte Alb. [Heim] (1883, 1885, 1891) das Profil der Axenstrasse, beging auch «das Gelände [ü]ber und unter der Strasse» und studierte den Aufbau der ganzen Gebirgskette vom gegenüberliegenden Ufer (cf. 1891: Taf. 3 Fig. 2). Mit den Aufnahmen Alb. Heim's (1891: 61—71) erfuhr dieser Abschnitt eine erste konkrete tektonische Deutung. Die tauchenden Stirnstrukturen wurden dabei allerdings — dem damaligen Stand der Erkenntnis entsprechend — noch als tauchende Falten m[it] den Kopf gestellten Tertiärmulde, der Mulde de[r] Schichtreihe der Axenkette gliederte Alb. Heim Malm, «Valangien + Neocomien», Schrattenkalk [+] auf Oberem Schrattenkalk transgressiv aufliegt kalk + Flysch».

Für die geologische Vierwaldstättersee-Karte wurde das Gebiet der Axenkette von A. BUXTORF minuziös aufgenommen, die Stratigraphie verfeinert und die Befunde im Sinne der Deckentheorie neu gedeutet.

A. BUXTORF (1908, 1912, 1916, 1918, 1934) gliedert die 1907 (in C. SCHMIDT, A. BUXTORF und H. PREISWERK) als Axen-Decke ausgeschiedene tektonische Einheit der Axenkette in einen kleineren, in sich verfalteten und verscherten S-Lappen und einen bedeutend grösseren, ebenfalls in sich verschuppten N-Lappen. Anlässlich der Jahresversammlung der Schweiz. Geologischen Gesellschaft in Altdorf fasste A. BUXTORF (1912: 190) die wichtigsten Ergebnisse seiner Neuaufnahme des W-Endes der Axenkette und des Isentales kurz zusammen. Dabei berichtete BUXTORF zunächst von mehreren Teildecken, die sich in der Axen-Decke, speziell am Rophaien und am Diepen, beobachten lassen. A. BUXTORF vergleicht diese Teildecken oder Schuppen mit den von J. OBERHOLZER (1908) an der Silberen festgestellten Schuppen.

Diese Schuppen des Rophaien — Öhrlikalk, Valanginianmergel, Valanginiankalk und Kieselkalk — können jedoch, wie die neuen Untersuchungen gezeigt haben, nicht mit den Silberen-Elementen verglichen werden, da sich diese in der Axenkette nicht so weit nach W verfolgen lassen (cf. p. 77). Dagegen dürften die Rophaien-Schuppen, zufolge ihrer tektonischen Stellung und ihrer Schichtreihe, am ehesten mit den Schuppungserscheinungen des südwestlichen Glärnischgebietes verglichen werden. Dort lassen sich S der Alp Zeinen, am Fuss des Vordersten Gassenstockes, am Roßstock und am Radstock durchaus ähnliche Schuppungsphänomene in der nicht abgescherten Axen-Kreide beobachten. Diese wurden zum Teil bereits von J. OBERHOLZER (1933: 108 und Taf. 18 Fig. 1 sowie in den Tagebüchern 52: 72/73 und 53: 3), in den geologischen Aufnahmen von H. J. FICHTER (Manuskript-Karte des Glärnischgebietes und in R. HELBLING 1938) sowie auf der geologischen Karte des Kantons Glarus (J. OBERHOLZER 1942) erwähnt und kartographisch festgehalten.

C. SCHINDLER (1959: 84) konnte diese Schuppen am Glärnisch, besonders im östlichen Gebiet, auf grössere Distanzen verfolgen und fasste sie nach dem Radstock, N der Zeinenfurggel, als «Radstockschuppen» zusammen.

W der Liasstirn am S-Fuss der gewaltigen Malmbastion des Spilauer Stockes (cf. p. 72) treten als tiefste Schichtglieder der Axen-Decke nur noch Dogger — Eisensandstein, Echinodermenbrekzie, die vom Klausen gegen W wieder bedeutend an Mächtigkeit zugenommen hat, und Blegioolith — und Schiltschichten auf. Bei Fluerüti am S-Fuss des Rophaien beschreiben sie eine deutliche Kniefalte. Ob diese — zufolge ihrer analogen tektonischen Stellung in der streichenden westlichen Fortsetzung — wohl den Dogger-Stirnfalten im vorderen Klöntal (cf. p. 41) entspricht?

Im Zusammenhang mit den Tunnelbauten für die Erstellung des zweiten Geleises der Gotthardbahn unterzog W. BRÜCKNER (1947a, 1956) den östlichen Uferstreifen des Urnersees einer neuen, sehr eingehenden Untersuchung. Im Frühjahr 1955 wurden die Aufnahmen für den Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000, Blatt 1172: Muotathal, auch auf diesen schmalen Streifen von Blatt 1171: Beckenried ausgedehnt, um so die Axen-Decke, die hier an ihrer Typ-

lokalität, durch das Eozän des Axenmättli in einen S- und einen N-Lappen gegliedert wird, auch effektiv vom Glärnisch bis an den Urnersee durchgehend zu überprüfen. Dabei zeigte sich, was die Detailtektonik anbetrifft, eine fast bis in die letzte Einzelheit gehende Übereinstimmung, so dass in dieser Hinsicht weitgehend auf die Arbeit von W. Brückner (1956, besonders auf Beilage 2) verwiesen werden kann.

Zwischen Flüelen und Sisikon lassen die geologischen Aufnahmen den Abschnitt S des steil nordwärts einfallenden Axen-N-Lappens in einem etwas weiteren Zusammenhang erkennen. Während die Kreide des N-Lappens, an einigen Brüchen etwas verstellt, über die verkehrtliegenden Vorkommen bei der Tellsplatte mit der Kreidehülle der überdrehten Axenmättli-Mulde verbunden wurde, ergaben die neuen Untersuchungen au[illegible]n in diesem Abschnitt eine recht komplizierte Schertektonik. So ist nicht nur de[illegible] Axen-N-Lappen von mehreren sekundären Scherflächen durchsetzt, sondern a[illegible]ch der Axen-S-Lappen, welcher im Glarnerland der Mürtschen-Decke gleich[illegible] setzt werden muss, wird durch tiefgreifende Schubflächen vom N-Lappen g[illegible]rennt. Beim Vorgleiten des N-Lappens wurden Valanginiankalk und Kiesel[illegible]lk einerseits, Schrattenkalk und darüber transgredierendes Eozän andererseits von ihrer Unterlage abgelöst, überdreht und differentiell mitgeschleppt, wi[illegible]hrend sich in den tieferen, auf Flysch vorgefahrenen Schichtgliedern, dank der ausgeprägteren Gleithorizonte, eine deutliche Untervorschiebung abzeichnet.

Das 250 m S der Tellsplatte auftretende Ter[illegible]iärvorkommen ist als ursprünglich südlichstes Tertiär des Axen-S-Lappens z[illegible] deuten. Beim Vorfahren des N-Lappens wurde es ebenfalls abgeschert, überd[illegible]eht und mitgeschleppt.

Weiter gegen S ist in der untersten Kreide [illegible]e Trennung von S- und N-Lappen zufolge der starken Schuttbedeckung nur schwer festzulegen. Immerhin dürfte sie sich S des Lauwitales in den von mehreren listrischen Scherflächen durchsetzten Quintnerkalk des Franzenstock[illegible] fortsetzen, wobei sie sehr wahrscheinlich im tiefen Keil von Zementsteinsch[illegible]ten oberhalb des Weges Axen–Gibel in etwa 900 m Höhe bis tief in den Malm [illegible]inuntergreift.

Über die bis in die untersten, durch mergelig-siltige Zwischenlagen getrennten Bänke der Unteren Orbitolinenschichten des Axen-N-Lappens legt sich N des Grawegg S Sisikon eine höhere Serie, die Herbizugegg-Serie. Diese beginnt mit oberen Drusbergschichten, welche etwas oberhalb der Strasse aufgeschlossen sind. Über Unteren Schrattenkalk, mergelig-siltig ausgebildete Untere Orbitolinenschichten, Oberen Schrattenkalk, Assilinengrünsand — der Kontakt ist tektonisch gestört, was schon Alb. Heim (1891: 51ff., Taf. 3 Fig. 2 und Profil 2) festgestellt hat — reicht die Schichtfolge bis hinauf in die Globigerinenschiefer (cf. Detailprofil p. 92—94).

Bereits A. Buxtorf (1934c: 762) beobachtete N[illegible] des Schrattenkalkes. Buxtorf glaubte allerding[illegible] mergeligen Kalken abschliessende und damit bis[illegible] Unteren Orbitolinenschichten hinaufreichende [illegible] pens nur durch einen schiefen Bruch von der dar[illegible] Unterem Schrattenkalk beginnenden Schichtfolg[illegible]

artige Brüche lassen sich am Grawegg zwar beobachten, doch bewirken sie nur geringfügige Verstellungen. N davon ist der ganze Abhang — über wie unter der Strasse bis hinunter an den See — von waldbestocktem Schutt bedeckt.

Auch die Aufnahmen W. BRÜCKNER's (1956) lassen am Grawegg eine tiefgreifende Trennung erkennen, konnte doch BRÜCKNER die oberhalb der Strasse anstehenden Drusbergschichten ebenfalls im neuen Stutzegg-Tunnel feststellen, wo er zudem noch den Kontakt mit den Unteren Orbitolinenschichten der normalen Kreidehülle des Axen-N-Lappens beobachten konnte.

Diese tektonische Aufgliederung im Axen-N-Lappen lässt sich vom Grawegg als listrische Fläche über Buggi hinauf zum Blutt Stöckli verfolgen. Dort greift die Scherfläche in der nicht abgescherten Axen-Kreide bereits bis auf die Drusbergschichten hinunter, während sich die höhere Kreideserie nach unten bereits bis in den oberen Valanginiankalk vervollständigt hat.

Auf der SW-Seite des Rophaien verläuft die Scherfläche zunächst noch zwischen den Drusbergschichten der nicht abgescherten Axen-Kreide und dem oberen Valanginiankalk der höheren Serie. Vor dem SW-Grat schneidet die Überschiebungsfläche plötzlich durch den gesamten Kieselkalk hinunter, so dass auf der S-Seite des Rophaien Valanginiankalk der höheren Serie auf Valanginiankalk der nicht abgescherten Axen-Kreide liegt. Weiter gegen SE, gegen den Diepen, schneidet die Überschiebungsfläche noch tiefer hinunter. Im Teuftäli, dem Kar zwischen Rophaien und P. 2087, liegt sie in den Valanginianmergeln. S dieses Gipfels bis zu den alten Hütten des Schönen Chulm (P. 2018) ist auch noch die oberste Öhrlikalk-Serie der höheren Kreideserie zuzuordnen. Im Bereich des Schönen Chulm wird das Verfolgen der Überschiebungsfläche durch SSE–NNW verlaufende Querbrüche erschwert, doch dürfte diese hinauf zum Sattel zwischen Hagelstock und Süwfass emporsteigen. Gegen Spilau und am SW-Fuss des zum Roßstock aufsteigenden Felsrückens wird der Verlauf der Überschiebungsfläche durch mächtige Schutthalden verhüllt. Mit dem gegen E sich einstellenden Abdrehen der Streichrichtung von W–E nach WSW–ENE drehen im Gebiet der Spilau auch die Querbrüche in die ESE–WNW-Richtung um.

Auf dem Spilaugrätli, S des Roßstockgipfels, beginnt die höhere Kreideserie mit dem Valanginiankalk, der den Zementsteinschichten der nicht abgescherten Axen-Kreide aufliegt.

Vom Spilaugrätli lässt sich diese Kreideserie in der SE-Flanke der Chaiserstockkette lückenlos bis hinunter ins Hürital verfolgen. Da diese dort, wie bereits p. 76 ausgeführt wurde, die Bächistock-Decke darstellt, ist die Identität der höheren Kreideserie der Axenkette mit der Bächistock-Decke erwiesen. Damit lässt sich dieses tektonische Element vom Glärnisch lückenlos bis an den Urnersee verfolgen.

Tektonisch entspricht die Stelle am Grawegg derjenigen des Hinteren Schlattalpli am westlichen Glärnisch, wo durch die listrische Durchscherung der Schichtfolgen ebenfalls Drusbergschichten und Schrattenkalk der Bächistock-Decke auf Schrattenkalk der nicht abgescherten Axen-Kreide aufliegen. Faziell

gehört allerdings die Kreide des Herbizugegg einer etwas nördlicheren Ausbildung an.

Da die Bächistock-Decke am Herbizugegg am E-Ufer des Urnersees ohne jede weitere Fortsetzung am W-Ufer abbricht, stellt sich die Frage nach ihrem westlichen Äquivalent. Genau wie die Silberen-Decke am Chaiserstock abbricht und im Urmiberg bei Seewen am Alpenrand wieder auftaucht, so wurde auch die Bächistock-Decke am Herbizugegg durchschert und ihre westliche Fortsetzung an den Alpenrand verfrachtet. Genau in der Bewegungsrichtung der Decken tritt in der Hochfluekette unter der Urmiberg-Platte bei Iltis S Lauerz ebenso unvermittelt eine Kreideserie zutage, deren Schichtreihe — über schlecht aufgeschlossenen Drusbergschichten — ebenfalls Unteren Schrattenkalk, Untere Orbitolinenschichten, Oberen Schrattenkalk und darüber transgredierendes Lutetian mit derselben litho[illegible]schen und faunistischen Sukzession umfasst (cf. Detailprofile p. 124/125 und [illegible]/127).

Recht komplex erscheinen die tektonischen Verhältnisse in der Längsfurche Sisikon–Riemenstalden–Goldplangg–Muotathal, in der Grenzzone zwischen Axen-Decke und Drusberg-Decke. Schon P. Arbenz (1905, 1913, 1916), der sich sehr intensiv damit beschäftigt hatte, stellte längs dieser Deckengrenze verschiedentlich anormale Kontakte fest: «Oft erscheint der Schrattenkalk über dem Nummulitenkalk, durch kleine Überstossungen von S her.» Von N der Kapelle Kemleten, 1,3 km E Sisikon, gibt er (1905a: 61/62) zwei Detailprofile durch diese verkehrtliegende Kreide-Eozän-Serie.

Auf Grund der Schichtreihe, der Fazies und der rapid ändernden Transgressionsverhältnisse ist dieses Kemleten-Element im Gegensatz zu früheren Ansichten (cf. p. 7), ohne Zweifel als ein beim Vormarsch der höheren Decken abgerissenes und überdrehtes Relikt der Herbizugegg-Serie und damit der Bächistock-Decke zu betrachten (cf. auch W. Brückner 1947b: 167), stellen sich doch eben in diesem Element die bereits von A. Buxtorf (1918: 663/664) festgestellten, rasch ändernden Transgressionsverhältnisse ein — einerseits Assilinengrünsand auf Oberem Schrattenkalk an der Axenstrasse, andererseits auf Gault und Seewerkalk oberhalb Menzigried —, die er auf alte Brüche zurückführen möchte.

Ganz analog ist auch die Verkehrtserie N Grindsblacken, SW Muotathal, zu deuten, während das isolierte Schrattenkalk-Gault-Seewerkalk-Relikt bei Frutt, etwas weiter E davon, als ein an der Basis der Drusberg-Decke mitgeschleppter Rest der Silberen-Decke zu interpretieren sein dürfte.

Stratigraphische Detailprofile

Profil durch das Tertiär des **Axen-S-Lappen** [illegible]
halb des Axenmätteli, Koo. (1): 689450/19805[illegible]
aufgenommen mit G. Styger und

Verkehrt liegender Schrattenkalk, Über

(15) 7 m **Globigerinenschiefer: hellgrau** mit Globigerinen.

(14)	15	m	Hohgantschiefer: beigebräunlich anwitternde, feinsandige, glimmerhaltige Schiefer mit vereinzelten *Chlamys*.
(13)	3	m	glimmeriger, schwach glaukonitischer Sandkalk mit spärlichen Discocyclinen; im oberen Teil ziemlich fossilarm.
(12)	5	m	knolliger Sandkalk mit glaukonitischen Nestern und zahlreichen Rostflecken, fossilarm.
(11)	2	m	schwach schieferiger, leicht glaukonitischer Sandkalk.
(10)	3,5	m	sandig, glimmeriger, schwach glaukonitischer Sandkalk mit vereinzelten Discocyclinen.
(9)	3,5	m	etwas stärker glaukonitischer Sandkalk mit Austern.
(8)	2	m	schwach schieferiger, grauer, sandig-glaukonitischer Kalk mit *Nummulites millecaput* BOUBÉE.
(7)	1,5	m	grauer, sandig-glaukonitischer Discocyclinenkalk mit *N. millecaput, N. perforatus* MONTF. und *Discocyclina discus*.
(6)	3	m	rötlichgrauer Discocyclinenkalk mit kleinen Nummuliten, aus (5) hervorgehend.
(5)	1,2	m	glaukonitischer Sandkalk mit kleinen, dicken Nummuliten, *N. striatus* (BRUG.) und Nestern von *Discocyclina discus*.
(4)	2,5	m	dunkelgrauer, spätiger, schwach glaukonitischer Discocyclinenkalk mit feinen Glimmerschüppchen und relativ zahlreichen Discocyclinen.
(3)	1,5	m	dunkel rostig rötlich anwitternder, schmutzig grauer Discocyclinen-Sandkalk, deutlich glaukonitisch, mit *Discocyclina discus* (RÜTIM.), kleinen Numuliten und Seeigelstacheln.
(2)	1,2	m	beigegrauer, feinkristalliner, glaukonitarmer Kalk mit *Nummulites millecaput* und *N. helveticus*; mit welligem Kontakt auf (1) aufliegend.
(1)	x+1	m	grauer, glaukonitischer Complanatakalk mit *N. millecaput* BOUBÉE/*N. helveticus* KAUFM. Auflagerung auf dem Oberen Schrattenkalk an der Profilstelle (gegenüber Kiosk Axenfels) nicht aufgeschlossen.

Profil durch Valanginianmergel und Valanginiankalk des Axen-N-Lappens längs der Axenstrasse S von Sisikon, Koo. (1): 689680/199160/500, (11): 689740/199400/480

(11)	0,02	m	Gemsmättlischicht: schwarzbraune, sandig-glaukonitische Kruste mit kleinen, deutlich gerollten Phosphoritknollen; mit scharfer Grenze dem Valanginiankalk aufliegend.
			Oberer Valanginiankalk (ca. 31 m):
(10)	6	m	gelblich anwitternder, feinspätiger, gebankter Kalk.
(9)	12	m	hellgrau anwitternder, feinspätiger, leicht knolliger Kalk, an der Basis schieferig, gegen oben dickbankig bis massig werdend; in den obersten Partien bewirkt feinverteilter Markasit eine fleckige Grüntönung.
(8)	13	m	hellgrau bis schwach gelblich anwitternder, spätiger Kalk, deutlich gebankt.
(7)	18	m	Spitzernmergel?: an der Strasse selbst nicht aufgeschlossen, aber an der SW-Flanke des Rophaien durchgehend als deutliche Hohlkehle erkennbar.
			Spitzernkalk (ca. 19 m):
(6)	7,5	m	gelblich anwitternder, feinspätig-onkoidischer Kalk, durch mergeligere Schichtfugen gebändert, gegen oben gebankt; mit kleinen Schalentrümmern und Seeigelstacheln.
(5)	11	m	gelblich graubeige anwitternder, feinspätiger, siltiger Kalk mit Sandschlieren, massig, gegen oben dickbankig werdend.

Valanginianmergel (ca. 60 m):

(4) 55 m Im Gumpischtobel verhüllen ausgedehnte Schuttmassen eines 1931 losgebrochenen Bergsturzes eine weit oben im Gumpischtal etwa 55 m mächtige Wechselfolge von exogyrenreichen Mergelkalken und kalkigen Mergeln.

(3) 0,5 m hellgraubeige anwitternde, knollig-grümelige Kalkbank.

(2) 1,2 m beigebräunliche, knollige Mergelkalke mit massenhaft *Exogyra couloni* (D'ORB.), *Arctostrea rectangularis* (ROEM.), *Pinna robinaldina* D'ORB., *Mytilus couloni* PICT., Terebrateln und Rhynchonellen.

(1) 2,5 m Wechselfolge von mergeligen, knollig-grümeligen Kalkbänken mit vereinzelten Exogyren und bräunlich beigen, schieferigen Mergeln.

Profil durch den Kieselkalk des Axen-N-Lappens längs der Axenstrasse, Koo. (1): 689740/199400/480, (10): 689880/199700/480

Drusbergschichten: an der Strasse schlecht aufgeschlossene gelblich graue Mergelschiefer.

(10) 4 m Altmannschichten: rostig bis beigebraun anwitternde, stark glaukonitische, stark sandige Mergelkalke mit Schalentrümmern, *Aetostreon*, Toxastern und Belemniten. Glaukonitreiche Partien wechsellagern mit glaukonitärmeren.

(9) 10 m Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes: intensiv gelblich braun anwitternder, grobspätiger Echinodermenkalk mit grossen Glaukonitkörnern, mit glaukonitreicheren, knollig struierten Zwischenlagen.

Oberer Kieselkalk (ca. 67 m):

(8) 10 m grauer, schieferiger Sandkalk mit Nestern von Toxastern und Terebrateln, gegen oben in grobspätigen Echinodermenkalk übergehend.

(7) 18 m an der Strasse durch Brüche stark gestörte Zone.

(6) 4,5 m wie (5), aber mit zahlreichen verrosteten Markasitkonkretionen und vereinzelten Belemniten.

(5) 28 m dunkel graubeige anwitternder, massiger Sandkalk mit spärlichen Schalentrümmern und Toxastern.

(4) 15 m an der Strasse nicht aufgeschlossen (Wegabzweigung nach Buggi). Etwa 40 m über der Strasse sind immer noch 3 m nicht aufgeschlossen, dann folgen gelblich anwitternde, grobspätige Kalke und mergeliger, stark glaukonitischer Sandkalk mit zahlreichen gerollten Fossilsteinkernen, nicht durchgehend aufgeschlossen (= Lidernenschicht). Darüber stellen sich noch etwa 6—7 m hellgraubeige anwitternde, feinkörnige Sandkalke ein.

Unterer Kieselkalk (ca. 65 m):

(3) 35 m schwarz bis dunkelbraunbeige anwitternder, ± m … fein… Sandkalk; von zahlreichen, deutlich … durchsetzt; im oberen Teil verrostete M… Querschnitte; zuoberst gebändert und vo… …ur …

(2) 20 m schwarzbraunbeige anwitternder, feinkö… … undeutlich gebankt bis massig, von za… Schichtung verlaufenden Klüften durchse…, … und Toxastern.

(1) 4 m hellgraubeige anwitternder, feinkörnig-siltiger, schieferiger Sandkalk mit feinen Muskowitschüppchen, gegen oben allmählich etwas massiger werdend und in (2) übergehend.

Gemsmättlischicht: (cf. p. 89).

Profil durch Drusbergschichten und Unteren Schrattenkalk des Axen-N-Lappens längs der Axenstrasse S von Sisikon, Koo. (1): 689880/199700/480, (36): 690000/199960/480

Überschiebungsfläche der Bächistock-Decke mit obersten Drusbergschichten als Tiefstes.

Untere Orbitolinenschichten:

(36) 1,5 m graubräunlich anwitternde, knollig-grümelige, schwach mergelige Kalke, deutlich gebankt; als mächtige Schichtplatte bis zum Seeufer abfallend.

Unterer Schrattenkalk (ca. 67 m):

(35) 3,5 m hellgrau anwitternder, organogen-detritischer Kalk, ausserordentlich reich an Requienien und Agriopleuren.

(34) 1,2 m organogen-detritische, miliolidenreiche Kalkbank mit vereinzelten Requienien.

(33) 0,5 m beigebräunlich anwitternder, grümelig-knolliger, organogen-detritischer Mergelkalk mit Seeigelstacheln, Schwämmen und Requienien; Scherfläche.

(32) 1,4 m hellgrau anwitternder, beigegrauer Kalk mit zahlreichen Milioliden.

(31) 3,3 m feinoolithischer, beigegrauer Kalk mit Bryozoen und reicher Mikrofauna.

(30) 2,4 m beigegrau anwitternder, feinoolithischer Kalk.

(29) 1,2 m hellgrau anwitternder Kalk mit Schalentrümmern und Korallen.

(28) 1,5 m stark rekristallisierter, von Calcitadern durchsetzter Kalk.

(27) 5,5 m bräunlich grauer, feinkristalliner Kalk, gegen oben feinoolithisch werdend.

(26) 1 m onkoidischer Kalk, gegen oben mit reicher Mikrofauna.

(25) 2,2 m bräunlich beiger, feinkristalliner Kalk mit vereinzelten Schalentrümmern.

(24) 2 m bräunlich beiger Kalk mit prachtvollen Agriopleuren, besonders im oberen Teil.

(23) 1,9 m bräunlich grauer Kalk, tektonisch stark beansprucht.

(22) 1,2 m relativ hellgrauer, feinkristalliner Kalk.

(21) 1 m oolithisch-spätiger Kalk mit vereinzelten Requienien.

(20) 4 m oolithischer Kalk mit vereinzelten Fossiltrümmern.

(19) 6 m spätiger Kalk mit Fossiltrümmern.

(18) 1,8 m Requienienbank: feinkristalliner, hellgraubeiger Kalk mit massenhaft Requienien und Agriopleuren.

(17) 3 m feinspätiger Kalk, gegen oben feinkristallin werdend.

(16) 6 m spätiger, undeutlich dickbankig bis massiger Kalk mit kleinen Schalentrümmern.

(15) 2 m gelblich anwitternder, feinoolithischer Kalk; Oolithe gegen oben grösser werdend.

(14) 4,5 m hellgrau anwitternder, feinspätig-feinoolithischer Kalk; im Dach kalkige Mergel; deutliche Diskontinuität.

(13) 0,5 m organogen-detritischer, oolithisch-onkoidischer Kalk mit bis 3 mm grossen Onkoiden.

(12) 9 m hell silbergrau anwitternder, spätiger Kalk, gegen oben extrem grobspätig werdend (Strassentunnel, S-Eingang).

Drusbergschichten (ca. 65 m):

(11)	3	m	feinspätiger, bereits sehr kalkiger Mergelkalk, allmählich in Unt Schrattenkalk überleitend.
(10)	2	m	schmutzig graubeige anwitternde Mergelkalke, ausserordentlich reic verkieselten Schalenresten von *Aetostreon latissima* (Lmk.).
(9)	4	m	schmutzig graubeige anwitternde, grümelig-knollige Mergelkalke, g oben zusehends reicher an *Aetostreon* werdend.
(8)	2	m	äusserst fossilreiche Mergelkalke mit Massenvorkommen von *Aetost latissima*, grossen Terebrateln und grossen Rhynchonellen, Pectini *Pliotoxaster brunneri* (Mer.) und *Trochotiara rotularis* (Ag.).
(7)	2	m	beigegrau anwitternde Mergelkalke.
(6)	15	m	durch den Buggibach ausgeräumt.
(5)	7	m	fleckig graubeige anwitternde, knollige Mergelkalke mit deutlichem Clivage.
(4)	0,7	m	braunbeige anwitternde Mergelschiefer.
(3)	1	m	knollige Mergelkalke; in den Mergelzwischenlagen deutliches Clivage
(2)	18	m	graubeige anwitternde, knollig struierte mergelige Kalke mit Clivag den zwischenlagernden Mergelschiefern.
(1)	10 ?	m	hellgraubeige anwitternde, dünnschieferige Mergelschiefer; für ein De profil zu schlecht aufgeschlossen, längs der Strasse zudem durch Stützmauer verhüllt.

Profil durch den Schrattenkalk der Bächistock-Decke am Herbiz egg, S von Sisikon, Koo. (1): 690000/200010/480, (57): 690000/200180/480

) 0,6 m hell bis dunkelgrau gefleckter Kalk mit Orbitolinen, vereinzelten Rhynchonellen und kleinen Austern.
) 0,7 m mergeliger, leicht grünlich anwitternder Kalk mit Lagen und Nestern von Orbitolinen.
) 0,2 m bräunlich graue, weiche Mergel mit Mergelkalklinsen voller Orbitolinen.
) 0,5 m grauer Mergelkalk mit vereinzelten Nestern von rötlichen Orbitolinen; gegen oben onkoidisch werdend; im Dach braunrötliche, orbitolinenreiche Sandkalklinsen.
) 1 m feindetritischer Kalk mit kleinsten, rostbraunen Trümmerchen.
) 0,6 m braune, weiche Mergel voll von Orbitolinen.
) 0,7 m hellgrau anwitternder, feinkristalliner Kalk, gegen oben mergeliger und grümelig-knollig werdend.
) 0,7 m dunkelgrauer, leicht mergeliger Kalk.
) 0,5 m grauer, onkoidischer Kalk mit zahlreichen Milioliden.
) 1 m grauer, feinkristalliner Kalk, an der Basis oolithisch.
) 3,5 m feinonkoidischer, organogen-detritischer Kalk, an der Basis bräunlich gelbliche, mergelige Schichtfuge mit zahlreichen Rhynchonellen.
) 1,6 m grauer Kalk, durch graubeige, feinschieferige, mergelige Schichtfuge getrennt.
) 1,5 m grümelig-knollige Mergelkalke mit vereinzelten kleinen Rhynchonellen, durch graubeige, dünnschieferige, mergelige Schichtfugen getrennt.
) 0,7 m graubräunlicher, onkoidischer Kalk.
) 0,8 m grümelig-knolliger, schwach mergeliger Kalk.
) 1 m hellgrau bis leicht bräunliche Kalke mit Schalentrümmern; nach oben über mergeliger Schichtfuge in knollige Mergelkalke übergehend.
) 1,5 m feinkristalline, graue Kalke mit rötlichen Onkoiden.
) 0,2 m graubeige Mergel mit kleinen Terebrateln.
) 1,1 m graubeige, grümelig-knollige Mergelkalke, im Dach mit kleinen Terebrateln und kleinen Rhynchonellen.
) 17 m vegetationsbedeckte, nur sehr lückenhaft aufgeschlossene Wechselfolge von Mergeln und Mergelkalken.
) 1 m gelblichgrau anwitternder, undeutlich dünnplattiger Mergelkalk.

Unterer Schrattenkalk (ca. 80 m):

) 4,8 m hellgrauer, feinkristalliner bis onkoidischer Kalk.
) 0,9 m gelblich-bräunlich anwitternde, schwach mergelige Kalkbank, gegen oben allmählich kalkiger werdend.
) 1,2 m hellgrau anwitternder, organogen-detritischer Miliolidenkalk.
) 0,7 m feinonkoidischer Miliolidenkalk mit zahlreichen Fossiltrümmern.
) 1,4 m graubeiger, organogen-detritischer Kalk.
) 2,9 m feinonkoidischer Miliolidenkalk.
) 1 m Requienienbank: feinonkoidischer Kalk mit massenhaft Requienien und *Agriopleura blumenbachi* (STUDER).
) 5,5 m feinonkoidischer Miliolidenkalk mit Fossiltrümmern, von Tonhäuten durchzogen; im oberen Teil mit geringmächtiger Requienienbank.
) 9 m feinonkoidischer Kalk mit Fossiltrümmern, stellenweise rekristallisiert.
) 1,4 m Primärbrekzie mit bis 2,5 cm grossen, meist aber erheblich kleineren Komponenten in feinonkoidischem Zement; gegen oben schlierig feinbrekziös werdend.
) 5,8 m feinonkoidischer, miliolidenreicher, grauer Kalk; an der Basis mit feinen Tonhäuten.
) 2,2 m onkoidischer Kalk mit kleinen Fossiltrümmern.
) 1,2 m oolithischer, ziemlich stark rekristallisierter Kalk.
) 5,3 m onkoidischer Kalk mit kleinen Fossiltrümmern.
) 1 m grobonkoidischer Kalk mit zahlreichen Milioliden.

ie im oberen Schächental die Axen-Decke mit
n Lochseitenkalk, auf verschürften Eozänmasse
ıhelvetischem Flysch und einer Malm-Kreide-E
te aufliegt (cf. p. 14), so schalten sich auch W de
Vorderen Gitschen, an ihrer Basis über dem helv
en») und «ultrahelvetischen» Flysch nochmals M
kalk — etwas Unterkreide — nach H. ANDEREGG (
hten, Öhrlikalk, Valanginiankalk, Kieselkalk,
bergschichten — und Eozän — Quarzsandstein, F
enschiefer — ein.

Anlehnung an ALB. HEIM (1891: Taf. 3) brachte A
hst den Malm des Vorderen Gitschen mit dem M
.xen-Decke N von Flüelen in Zusammenhang
ıgen führten ihn aber schon wenig später (191
Serie entweder als «selbständige Decke der pa
ennen «oder aber sie entspricht der Griesstock
he facielle Ausbildung des Malm und der Unte
e Stellung)».

ie spätern Untersuchungen von P. ARBENZ, M. Lu
CKNER und H. ANDEREGG gezeigt haben, ist dies
als Äquivalent der subhelvetischen G
en. Beim Vormarsch der helvetischen Decken
am W-Ausgang des Glarnerlandes und des Ch
ıch N verschleppt

System liegender Falten, deren Schichtreihe von den Zementsteinschichten bis in den Schrattenkalk reicht. Da diese Kreidefalten ausser am Vorderen Gitschen vor allem im Hintergrund des Kleintales (= Chlital LK) gut ausgebildet sind, wurde dieser Faltenstapel von H. ANDEREGG (1940: 3) als Kleintal-Serie bezeichnet. Zur Kleintal-Serie rechnet H. ANDEREGG ausserdem die von A. BUXTORF (1916, 1934a: 713) am Wangberg N des Gitschen erkannten, in Flyschschiefern schwimmenden Kreide-Eozän-Schürflinge, ebenso die Schürfpakete mit jungeozänen Konglomeraten, A. BUXTORF's «Kleintalkonglomerate».

N der Kleintal-Serie, im S, am Sassigrat und im Gebiet Bärenstock–Oberalp, einwandfrei mit ihr zusammenhängend, erkennen wir über einer Überschiebungsfläche die tauchende Kreidestirn der Axen-Decke, die auch W des Urnersees durch die Axenmättli-Mulde in einen S- und einen N-Lappen unterteilt wird.

Auf Grund der weitgehenden Übereinstimmung ihrer Schichtreihe und ihrer tektonischen Stellung mit derjenigen der Kreide-Eozän-Falten am Vorderen Gitschen, im Chli- und im Grosstal (= Kleintal-Serie), brachten M. LUTHER (1927: 119ff.) und P. ARBENZ (1934) die Kammlistock-Decke (cf. p. 96) mit dem gesamten Jurakern der Unteren Urirotstock-Falte, womit die Kleintal-Serie frontal effektiv in Verbindung steht, in Zusammenhang. So blieb als westliches Äquivalent der Axen-Decke, deren Jurakern E des Urnersees die Kreide des N-Lappens trägt, nur noch die Obere Urirotstock-Falte übrig.

R. STAUB (1954: 89/90) möchte neuerdings die Kammlistock-Decke wieder im Sinne der ersten Auffassung von P. ARBENZ (1913a) als «mächtigen höheren Rückenteil einer osthelvetischen Diableretsdecke» betrachten und sie als oberstes Element seines subhelvetischen Clariden-Systems auffassen.

Dass jedoch auch die Kreide der Drusberg-Decke ursprünglich einen Jurakern besessen haben muss, wurde bisher stets damit abgetan, dass dieser der Erosion anheim gefallen wäre.

Während der Zusammenhang von Unterer Urirotstock-Falte und Axen-S-Lappen einwandfrei feststand, wurde für die Obere Urirotstock-Falte stets angenommen, dass sie den Jurakern des Axen-N-Lappens darstelle (cf. H. ANDEREGG 1940: 60 und Taf. 7, Profile 2—5).

Diese Annahme stösst aber auf eine Reihe von Merkwürdigkeiten, die nur schwer erklärt werden können. Der relativ seichten Tertiärmulde des Axenmättli, durch welche der Kreideanteil der Axen-Decke in einen N- und einen S-Lappen unterteilt wird, würde eine recht tiefgreifende Trennung in den zugehörigen Jurakernen entsprechen, während sich doch sonst stets gerade das Umgekehrte beobachten lässt: Einer relativ geringen Trennung im Jura-Stockwerk entspricht — zufolge des Abscherungshorizontes der Zementsteinschichten — eine weit grössere Aufspaltung im Kreide-Stockwerk.

Der bedeutendere Axen-N-Lappen mit einer gut entwickelten Schichtserie vom Lias bis in die untere Kreide fände W der Reuss in der Oberen Urirotstock-Falte nur ein sehr reliktisches Analogon, das W des Reusstales, am Uri- und am Engelberger Rotstock, mit einer kleinen Gipfelkappe von unterem

Dogger einsetzen, am Ruchstock erstmals Malm aufweisen und erst nach 9 km, an den Wallenstöcken, bis in die Zementsteinschichten hinaufreichen würde. Der in der Axen-Decke so mächtig ausgebildete Lias fände in der kläglichen Gipfelklippe des Hahnen E von Engelberg seine einzige Vertretung W der Reuss.

Umgekehrt würde sich der viel schmächtigere Axen-S-Lappen, der N von Flüelen aus einem auf den Kopf gestellten Gewölbe von Unterkreideschichten mit einem reliktischen Quintnerkalk-Span im Kern aufgebaut wird, überaus merkwürdig verhalten. Während W des Reusstal–Urnersee-Querschnittes die Kreide des Axen-S-Lappens noch deutlich dem Jura der Unteren Urirotstock-Falte aufliegt, etwa im Profil Urirotstock–Schlieren–Sassigrat–Chulm-Horn (H. ANDEREGG 1940: Taf. 7, Profil 3), würde sich der Axen-S-Lappen E des Urnersees — zufolge des Kleinerwerdens [illegible] Axenmättli-Mulde gegen W — mit dem Axen-N-Lappen zu einer Einheit [illegible] reinigen. Der gemeinsame Jurakern, der E des Urnersees dem Flysch der [illegible]gberge aufliegt, wurde nun aber stets als östliches Äquivalent der O b e r e n Urirotstock-Falte angesehen, womit die Kreide des Axen-S-Lappens E des U rnersees mit der Oberen Urirotstock-Falte zusammenhängen würde. Die Untere Urirotstock-Decke dagegen wäre nach H. ANDEREGG (1940: 61) E der Reuss weit im S zurückgeblieben und, «wie P. ARBENZ erstmals angenommen hat und von seinen Schülern M. LUTHER und P. v. SCHUMACHER näher begründet wurde, in der Kammlistock-Decke (südlich des Klausenpasses) zu suchen».

Selbst H. ANDEREGG mutete dieses Verhalten der Unteren Urirotstock-Falte reichlich merkwürdig an, fuhr er (1940: 61) doch fort: «In jedem Fall ist das Verhalten der Unteren Urirotstock-Falte ausserordentlich interessant: in der Urirotstockgruppe ist sie ein integrierender Bestandteil der Axen-Decke; im Schächental dagegen wird sie nicht bloss vollständig überfahren durch die weit nach N reichende Axen-Decke im engern Sinn, die sich östlich des Urnersees aus der Oberen Urirotstock-Falte entwickelt hat, sondern sie wird der weit im S liegenden Griesstock-Decke angeschweisst, wird sogar von Lochseitenkalk überdeckt und erscheint dadurch südlich des Klausenpasses als gleichsam parautochthones Deckenelement.»

Vergleichen wir nun, wie dies H. ANDEREGG empfiehlt, die von P. VON SCHUMACHER (1928: Taf. 2, Profile 6, 7 und 8) gegebenen Profile durch die Kammlistock-Decke mit denjenigen von H. ANDEREGG (1940: Taf. 3 und 4 sowie Taf. 7, Profil 2) durch die Kleintal-Serie, so lässt sich leicht erkennen, dass sowohl Faltenstrukturen, Lagerung als auch Schichtreihe von Kammlistock-Decke und Kleintal-Serie derart gut übereinstimmen, dass an der Parallelisation der beiden Elemente nicht zu zweifeln ist; dies um so mehr, als Unterschiede im Sinne einer gegen E sich vollziehenden Vervollständigu[illegible] wie sich dies in genau gleicher Weise im N-Lappe[illegible] obachten lässt.

Der von P. ARBENZ bereits vor Jahrzehnten ve[illegible] nach die Kammlistock-Decke die östliche Fortsetz[illegible] Falte darstellt, wurde durch die Untersuchungen [illegible]

und P. v. SCHUMACHER (1928: 43) auf Grund zahlreicher Detailbeobachtungen gefestigt.

In genau gleicher Weise wie am Gitschentor (cf. H. ANDEREGG 1940: Taf. 7, Profil 2) folgt auch am Chammliberg (= Kammlistock T. A.) über einer isoklinal verfalteten und in sich verschuppten, generell aber deutlich verkehrt liegenden Kreideserie ein Jurakern, der S des Gipfels über den Eisenoolith bis in die Echinodermenbrekzie des Bajocian (25—30 m) hinunterreicht (cf. P. VON SCHUMACHER 1928: 3).

Dass sich in der Kammlistock-Decke nach P. v. SCHUMACHER über 1—1,5 m mächtigem Unterem Schiltkalk ebenfalls 20 m Schiltschiefer einstellen, dokumentiert klar, dass die Kammlistock-Decke auch hinsichtlich der faziellen Entwicklung dieser Schichtglieder der Unteren Urirotstock-Falte und, E der Reuss, der nördlichen Axen-Decke nahesteht.

Während W des Chlitales der Zusammenhang zwischen dem Jurakern der Unteren Urirotstock-Falte und ihrer Kreidehülle, der Kleintal-Serie und dem Axen-S-Lappen, noch weitgehend gewahrt blieb (cf. H. ANDEREGG 1940: Taf. 7, Profile 3—5), wurde die frontale Kreidehülle weiter gegen E — am Gitschen die Kreidestirn des Scharti von der Kleintal-Serie, E der Reuss der Axen-S-Lappen von der Kammlistock-Serie — abgeschert und beim Vorgleiten der höheren Decken, des Axen-N-Lappens und der Drusberg-Decke, mitgeschleppt und nordwärts verfrachtet.

Die Kammlistock-Serie wäre demnach als ein beim Vormarsch der Axen-Decke zurückgebliebenes und überfahrenes, östliches Äquivalent der Kleintal-Serie zu betrachten.

Dies erklärt das Auftreten eines Lochseitenkalkes zwischen Kammlistock-Decke und Axen-Decke (N-Lappen) sowie seine, von W. BRÜCKNER (1943: 7/8) festgestellte verkehrte Lagerung (cf. p. 18) als beim Vorgleiten der Axen-Decke mit ihrem Jurakern überfahrene und dabei kräftig ausgewalzte Verbindung von Axen-S-Lappen und Kammlistock-Serie.

Ebenso wird dadurch das Fehlen des Lias im Kern der Kammlistock-Decke verständlich, während doch diesem stratigraphischen Stockwerk sowohl in der Unteren Urirotstock-Decke als auch in der Axen-Decke eine recht bedeutende Entwicklung zukommt. P. v. SCHUMACHER (1928: 43) stellt sich dies so vor, dass von der Kammlistock-Decke «nur die Stirnregion mit den jüngsten Schichtgliedern erhalten geblieben» ist, «während die südlichen Teile der Decke, die die älteren Ablagerungen enthielten, von der Abtragung weggeräumt worden» wären.

Diese am Chammliberg fehlenden älteren Schichtglieder des Lias-Dogger-Kernes wurden wohl nur zum kleinen Teil wirklich abgetragen. Der Lias fehlte in diesem nördlichsten Abschnitt des mittelhelvetischen Raumes sicher schon primär, erwähnt doch bereits W. STAUB (1911: 65) von den Chammlihörnern S des Chammliberges als Tiefstes 30—35 m «Echinodermenbreccie des Doggers mit zahlreich eingeschlossenen Rötidolomitbrocken». Der Lias setzt in diesem Abschnitt offenbar, wie dies R. TRÜMPY (1949) dargelegt hat, längs einer Randflexur ziemlich unvermittelt ein. Dieses plötzliche, flexurartige Einsetzen des

cheint auch mit ein Grund dafür zu sein, dass die Hauptmasse der Lias-
er-Ablagerungen als Kern der Axen-Decke (N-Lappen) über den zurück-
benen Stirnkopf der Kammlistock-Serie hinweggeschoben wurde und
im Lias-Dogger-Aufbruch des Bisistales (cf. p. 25) in einer mit der Aus-
ng in der Unteren Urirotstock-Falte vergleichbaren Fazies wieder zutage-

hrend so die Kammlistock-Decke W der Reuss in der Kleintal-Serie als
nem wirren Faltenstapel zusammengestauchte, basal-frontale Hülle der
-Decke mit ihrem Kern, der Unteren Urirotstock-Falte, noch einiger-
n zusammenhängt, wurde diese Hülle im Bereich der Quersenke Bisistal–
er Klippen, wo die Axen-Decke weiter nach N vorglitt, S des Klausen-
s von ihrem Kern vollends abgerissen und gelangte unter die Hauptunter-
bung.

ner ist festzuhalten, dass die Obere Urirotstock-Falte an ihrem östlich-
Ende, am Urirotstock selbst, eine Klippe von dunkelbraunen, stark eisen-
sigen, sandigen Schiefern und Echinodermenbrekzien («Aalénien») und
m, sandigem Spatkalk mit Silexknauern («Bajocien») darstellt, während
rusberg-Decke an der Schrindi (3 km NE der Sinsgäuer Schonegg) mit
em Quintnerkalk beginnt.

Engelberger Rotstock endet die Schichtserie der Oberen Urirotstock-
— ebenfalls ein in sich verfaltetes Stirngewölbe bildend — mit dunkel-
em, schieferigem Eisensandstein und einer Gipfelklippe von grauer
odermenbrekzie. Am Maisander, N der Sinsgäuer Schonegg, wiederum

Kette als Hülle der Oberen Urirotstock-Falte zu betrachten, als sie, der bisherigen Auffassung folgend, von einer hypothetischen, tektonisch höheren, heute jedoch wieder vollends abgetragenen Jura-Unterlage zu beziehen, während umgekehrt im Gebiete des Urirotstocks von der Oberen Urirotstock-Falte nahezu sämtliche Dogger- und Malm-Ablagerungen der Erosion zum Opfer gefallen sein müssten, da die Axen-Decke W des Urnersees stets erst mit der Unterkreide beginnt. Ein derartig gewaltiger allgemeiner Abtrag ganzer Deckenteile — eines bedeutenden Anteiles des Jurakerns der Bauen–Brisen-Kreide mit einer Schichtmächtigkeit von gegen 700 m einerseits und der gesamten Dogger- und Malm-Ablagerungen der Axen-Decke, ebenfalls eine Sedimentserie von gegen 500 m Mächtigkeit, andererseits — erscheint um so unwahrscheinlicher, wenn wir uns vergegenwärtigen, wie gering der Abtrag von derart resistenten, flachliegenden Gesteinsserien im Erosionsschatten der grossen Talläufe effektiv ist.

Demnach kann nur die Untere Urirotstock-Falte den Jurakern der Axen-Decke W der Reuss darstellen, da die Obere Urirotstock-Falte als Kern der Drusberg-Decke aufzufassen ist. Damit ergeben sich aber nicht nur weit bessere fazielle Beziehungen zwischen den beiden Gebieten E und W der Reuss, sondern auch die ursprünglichen Breiten der Faziesräume E und W der Reuss stimmen weit besser überein, fällt doch damit die bisher stets unerklärt gebliebene Disproportionierung von Jura-Unterlage und zugehöriger Kreidehülle dahin.

Da in der östlichen Fronalpstockgruppe und in der Bauen–Brisen-Kette die Wangtransgression bereits wenig S des vermergelnden Schrattenkalkes rasch auf tiefere Kreidestufen hinuntergreift, am Sisiger Spitz und am Schwalmis bis auf die Drusbergschichten, ist auch im Gebiet der Sachslerberge eine unmittelbare Nachbarschaft der Wangschwelle und damit des südlichen Endes des helvetischen Kreideraumes wahrscheinlich. Es ist daher kaum anzunehmen, dass die südhelvetische Kreide — deren Raumbreite, wie aus den Profilen von A. TOBLER und G. NIETHAMMER (in A. BUXTORF et alii 1916) und F. BENTZ (1948) hervorgeht, im Gebiete des Gräfimattstand und der Sachslerberge 9 km kaum übersteigt — sich einst viel weiter gegen S erstreckt hat.

Als wichtigstes Parallelisationskriterium führte M. LUTHER (1927: 121) «das allgemeine Streichen der Faltenaxen» an. Dabei ist aber nicht ihre Grundrissprojektion, sondern einzig der Strukturverlauf im Raum von Bedeutung. Bei der Alp Franzen, 2,5 km NNE von Flüelen, liegt die Grenze Quintnerkalk/Zementsteinschichten in rund 1400 m Höhe. Am Urirotstock dagegen liegt schon die Auflagerungsfläche des Unteren Doggers auf über 2800 m. Die Grenzfläche Quintnerkalk/Zementsteinschichten dürfte auf der 5 km messenden Distanz senkrecht zum Faltenstreichen noch um 1200—1300 m ansteigen, ebenso sei noch ein gewisser Axialanstieg gegen W von rund 250 m, wie er sich aus dem Strukturverlauf ergibt, mitberücksichtigt. Darnach ergäbe sich für die Lage der Auflagerungsfläche der Zementsteinschichten am Urirotstock eine Höhe von rund 2850—2950 m. In der Tat dürfte diese Grenzfläche am Schlieren, wie aus den Aufnahmen von H. ANDEREGG (1940: Taf. 4, Profil 3) hervorgeht, etwa

lieser Höhenlage zu erwarten sein. Nur würde die Quintnerkalk/Zement-
nschichten-Grenzfläche nicht in die Obere, sondern in die Untere Urirot-
k-Falte zu liegen kommen.
ine Fortsetzung des Jurakerns des Axen-N-Lappens über die Quertalung
Reusstales und des Urnersees in die Obere Urirotstock-Falte, gemäss de
nerigen Auffassung, bietet somit schon rein geometrisch ganz erhebliche
wierigkeiten. Dies würde etwa über dem Reussdelta ein brüskes, flexur-
ges Ansteigen der Faltenachsen um rund weitere 600 m voraussetzen, wäh-
d sich eine Fortsetzung in die Untere Urirotstock-Decke ganz harmonisch
len allgemeinen Verlauf der Deckenachsen einfügt. Aus dem Verlauf de
kenstrukturen geht hervor, dass der axiale Anstieg von der Bisistal-Depres
gegen die Reusstal-Kulmination im Bereich zwischen Chinzig Chulm und
gelstock allmählich abklingt, wie sich dies im Gebiet des Urirotstocks, vom
gelberger Tal herkommend, ebenfalls feststellen lässt.
o zeigt sich mit aller Deutlichkeit, dass in der Urirotstockgruppe ein voll
mmen analoger Baustil vorliegt wie im Jura-Stockwerk E der Reuss. Genau
sich dort über der ausgedehnten Juraplatte von Glattalp–Charetalp und
Alplen–Matten–Galtenäbnet noch eine höhere tektonische Einheit einstellt
olgt auch zwischen Reuss und Engelberger Aa, in der Urirotstock–Wallen
ke-Kette und am Hahnen, noch eine höhere tektonische Einheit, deren Zu
nung zur Drusberg-Decke kaum ernsthaft bezweifelt werden kann.
Während diese höhere Einheit jedoch E der Reuss stets nur mit Schiltschiefe
Tiefstes beginnt, stellen sich W der Reuss noch tiefere Schichtglieder, Echi

Bisher wurde stets angenommen, vor allem von P. ARBENZ und seinen Schülern, dass die Untere Urirotstock-Falte bereits vor Erreichung des Engelberger Tales von ihrem, dem allgemeinen ENE–WSW-Streichen der helvetischen Decken konformen Verlauf abweiche, scharf nach S abbiege und sich schliesslich immer mehr zurückziehe. L. MAZURCZAK (1945: 10, 32) nimmt sogar an, dass sie auf die E-Seite des Engelberger Tales beschränkt bleibe, während sie P. ARBENZ (1913a: 20/21 und 1921: 12) immerhin noch bis in die kleine Dogger-Einspitzung am Laubersgrat S Engelberg verfolgen zu können glaubte.

Die Obere Urirotstock-Falte dagegen würde ihre nahezu E–W verlaufende Streichrichtung beibehalten, gegen W axial abtauchen — über dem Engelberger Tal geradezu flexurartig (cf. P. ARBENZ 1934a: Taf. 1) — und sich in die liegenden Falten der Scheideggstock-Gruppe fortsetzen. Da diese weiter gegen W von den bereits von P. ARBENZ der Drusberg-Decke zugeordneten Faltenbündeln des Widderfeldes und des Storegghorns überdeckt werden, mit diesen Falten sogar synklinal zusammenhängen, lässt sich die «Obere» Urirotstock-Decke — und damit die Axen-Decke — nach P. ARBENZ als eigene Decke nicht mehr weiter nach W verfolgen. Drusberg-Decke und Axen-Decke wären somit W des Engelberger Tales solidarisch geworden. So wurde weiter W stets nur von einer einzigen helvetischen Hauptdecke, von der Wildhorn-Decke, gesprochen.

Leider werden die Flanken des Talkessels von Engelberg von ausgedehnten Bergsturzmassen bedeckt, so dass die geologischen Strukturen nur oberhalb der Abrissnischen und an den Rändern direkt der Beobachtung zugänglich sind.

Noch absolut einwandfrei lässt sich der Verkehrtschenkel der Unteren Urirotstock-Falte vom Gitschen über das Gitschentor — wo die Kreide der Kleintal-Serie stratigraphisch mit dem Malm der Unteren Urirotstock-Falte verbunden ist — über Brunnistock–Blackenstock–Rotschutz–Stotzigberg-S-Flanke des Hahnen bis zur Holzkapelle, 1,5 km hinter Engelberg, verfolgen.

Ohne jede Störung steigt dieser Verkehrtschenkel auf der gegenüberliegenden Talseite in durchaus analoger Art zum Laubersgrat an. Gegen den Trüebsee hinunter stellen sich sukzessive ältere Schichtglieder ein, bis zum Quarzit des untersten Lias. Am Felskopf über der Unteren Trüebseealp stirnt der Liaskern. Verbinden wir diese Liasstirn mit derjenigen in der Rotschutz-S-Wand und des Rot Gitschen, so verläuft die Verbindungslinie durchaus konform dem Aarmassivrand. NW des Stotzigberges sowie im Unterbau des Hahnen wird dieser Liaskern von einem mehrfach verfalteten Dogger-Malm-Mantel umhüllt.

NW der durch eine spitze Mulde von Aalenianschiefern getrennten Liasstirn über der Unteren Trüebseealp verhüllen Bergsturz- und Sackungsmassen bis zum Arnibach, mit Ausnahme eines kleinen Aufschlusses von unterem Dogger SW der Alp Wang (cf. P. ARBENZ 1911), auf eine Distanz von nahezu 2 km jegliches Anstehende.

Erst auf der N-Seite des Arnibaches stehen wir auf den Jurakernen der Scheideggstock-Falten wieder auf sicherem geologischem Boden. L. MAZURCZAK (1945: 10 und 11), der die Gruppe des Scheideggstocks W von Engelberg untersucht hat, weist die Scheideggstock-Falten noch, wie sein Lehrer P. AR-

BENZ, der Oberen Urirotstock-Falte zu. MAZURCZAK glaubt gar jede einzelne Falte mit den Stirnfalten der Oberen Urirotstock-Decke E des Engelberger Tales parallelisieren zu können. Dabei nimmt er, ähnlich wie schon P. ARBENZ (1934: Taf. 1), bereits über dem Engelberger Tal ein gegen W flexurartig sich verstärkendes Achsengefälle an. Diese Annahme lässt aber eine Reihe von Tatsachen ausser acht. Die Obere Urirotstock-Falte kann wohl von der Gipfelpyramide des Urirotstocks lückenlos bis zum Stoffelberg N von Engelberg verfolgt werden. Dabei sinkt die Doggerbasis auf eine Distanz von 11,5 km von 2710 m auf ca. 1600 m ab. Unter der Überschiebungsfläche stellt sich aber am W-Ende des Stoffelberges eine tiefere Malmfalte ein. Ein direkter Zusammenhang mit einem weiter SE zurückgebliebenen Kern lässt sich allerdings auch auf der rechten Talseite, zufolge ausgedel · Moränenbedeckung und Bergsturzmassen, nicht beobachten.

Da jedoch an der W-Flanke des Hahnen un er den einwandfrei der Unteren Urirotstock-Decke zuzurechnenden Stirnf der Furggialp sich nochmals ein Doggerkern einstellt, der an der Holzruns tzlich abgerissen erscheint, liegt der Verdacht nahe, dass in der Malmfalte n Unterbau des Stoffelberges die von der untersten Stirnfalte der Unteren U rotstock-Decke abgerissene und beim Vormarsch der höheren Decken an deren Basis mitgeschleppte Malmhülle dieses Doggerkerns vorliegt.

In durchaus analoger Weise lassen sich di Scheideggstock-Falten auf der W-Seite des Engelberger Tales als von ihrem Liaskern losgerissene und nordwärts verschleppte Stirnköpfe der Unteren U irotstock-Decke deuten. Der zugehörige Liaskern wäre — analog etwa dem L s der Frittern-Schuppe zwischen Klausen und Braunwald — oberhalb der Unteren Trüebseealp zurückgeblieben, während die kompetente Dogger-Malm-Hülle über dem Tonschieferhorizont des Aalenian abgeschert und um etwa 2 km nordwärts verfrachtet worden wäre.

Ähnlich haben wir uns wohl auch den Malmkeil über Rüeggisbalm, 5 km NW von Engelberg, vorzustellen (cf. L. MAZURCZAK 1945: 45). Beim Vorschub der höheren Decken wurde dieser von den Scheideggstock-Falten abgeschert und um weitere 1,5 km nordwärts verschleppt.

Dass durch ein derartiges Abreissen und Verschleppen von Stirnköpfen der Unteren Urirotstock-Decke der Gesteinsverband im Talkessel von Engelberg stark in Mitleidenschaft gezogen wurde, ist verständlich. Beim Rückzug des Talgletschers brachen, zufolge der während der Eiszeit erfolgten glazialen Ausräumung und des hernach fehlenden Gegendruckes des Eises, mehrere gewaltige Bergstürze aus diesen Schwächezonen nieder.

Vergleichen wir endlich noch die Ausbildung der Schichtreihen in der Umgebung von Engelberg, so zeigt sich, dass diese mit den neuen tektonischen Deutung recht gut in Einklang stehen. Bereits P. vergleicht die Schichtreihe des Urirotstockgebiet ni stockgruppe, die er allerdings wie P. ARBENZ, ber zählt, während der Graustock nach der neuen Au der Axen-Decke zuzuweisen wäre (cf. p. 104/105).

Nach P. HESS (1940: 96) zeigen denn nur das u

Bajocian (Zone B mit Tonmergel-Einlagerungen) und das Oxfordian[1]) eine vom Urirotstockgebiet abweichende Ausbildung, während alle übrigen Schichtglieder eine überraschend gute Übereinstimmung aufweisen. «Der Graustock gehört faziell noch mehr zum Faziesgebiet der Urirotstockdecke. Die fazielle Grenze zwischen Urirotstock- und Drusberggebiet fällt also nicht genau mit der tektonischen Grenze zusammen, sie liegt etwas südlicher als dieselbe.»

Die verschiedenen, von P. HESS aufgenommenen Detailprofile lassen in der Tat eine sehr gute fazielle Übereinstimmung des Doggers der Oberen Urirotstock-Decke: Rigidalstock–Ruchstock–Urirotstock und Hahnen-Gipfelbau (Profile Hahnen A—C) mit demjenigen vom Graustock aus der Mulde zwischen Axen- und Drusberg-Decke erkennen.

Besonders auffällig ist diese fazielle Übereinstimmung in der Subfurcaten-Zone. Diese findet sich, wie bereits P. HESS (1940: 91) festhielt, am Graustock «in der genau gleichen Ausbildung wie am Planggengrat», zwischen Rigidalstock und Ruchstock, «und beim Hahnen» (Profil A). «Bei der nahe gelegenen Engstlenalp (ebenfalls Drusbergdecke)[2]) ist diese Zone als schwarzgraue Konglomeratbank mit zahlreichen Fossilien (worunter die Zonenfossilien *Cosmoceras* [*Strenoceras*] *subfurcatum* [ZIET.] und *Garantia garantiana* [D'ORB.]) ausgebildet und stimmt lithologisch wie faunistisch völlig mit dem Vorkommen auf der Bannalp und der Bocktialp» (südlicher Axen-Raum) «überein» (cf. H. THALMANN 1923: 550ff.). «An der Basis des Argovien finden wir auch hier am Graustock eine sehr typische Couche remaniée mit aufgearbeitetem Material aus dem Untergrunde, eine Erscheinung, wie wir sie im Untersuchungsgebiete», der Umgebung von Engelberg, «an vielen Stellen», vor allem im Griessental, dem südlichen Axen-Raum (cf. P. HESS 1940: 16—19), «kennen lernten!»

Vielleicht ist gerade diese, im Raum W von Engelberg durch das Auftreten von Oxfordschiefern in erhöhtem Masse sich einstellende Tendenz zur Ausbildung eines Gleithorizontes an der Dogger/Malm-Grenze für die Änderung des tektonischen Stiles im Querschnitt des Engelberger Tales — neben der gegen S sich vollziehenden Mächtigkeitsreduktion des Malm — von massgebender Bedeutung.

Während es E der Engelberger Aa, zufolge der bei der Dislokation eher starr sich verhaltenden Juraplatte, zur Ausbildung von zwei Deckenkernen, der Unteren Urirotstock-Falte als Jurakern der Axen-Decke und der Oberen Uri-

[1]) Diese ca. 20 m mächtige Schichtfolge von knorrigen Mergelschiefern und plattigen Kalkbänken mit Macrocephaliten, *Hecticoceras* und *Cosmoceras duncani* (Sow.) ist jedoch nach den Ausführungen von E. ROD (1937: 2—5) ins Callovien zu stellen, so dass für das Oxfordian höchstens 0,2 m Mergelschiefer verbleiben. Dagegen erwähnte P. ARBENZ (1907: 477) aus der 17 m mächtigen schwarzen Tonschieferserie am Schafberg SE des Graustocks nach den ersten 6 m eine reiche Ammonitenfauna «mit *Phylloceras* (*Sowerbyceras*) *tortisulcatum* D'ORB., dann mehr Harpoceraten und Perisphincten (*P.* [*Properisphinctes*] *bernensis* DE LOR.)», die er ins Oxfordian stellte.

[2]) P. HESS rechnet den Dogger der Engstlenalp mit P. ARBENZ bereits zur Drusberg-Decke, während dieser nach der neuen Auffassung, wie jener am Graustock, der Verbindungsmulde Axen–Drusberg angehört.

...stock-Falte als solchen der Drusberg-Decke, kam, verteilte sich der Schub W der Graustock–Huetstock-Kette auf mehrere kleinere Schubflächen, was W dieses Querschnittes zur Ausbildung von mehreren kleineren, dachziegelartig übereinander geschobenen Gleitbrettern führte.

Versuchen wir abschliessend die einzelnen tektonischen Elemente der beiden Seiten des Engelberger Tales miteinander zu korrelieren, so ergibt sich folgende wahrscheinlichste Parallelisation:

	W der Engelberger Aa	E der Engelberger Aa
Obere Graustock-Falte = Stirnkern der Drusberg-Decke	Rotsandnollen–Huetstock	Wallenstöcke–Ruchstock–Urirotstock
Obere Urirotstock-Falte	Falte über der Oberen Trüebseealp	Angi–Gemsispil-Falte
= Stirnkern der Axen-Decke	Bockti-Falte Salistock-Falte Unterzingel-Falte	Furgg-Falte–Griessental-Aufbruch Stockwand-Falte Paradis-Falte

Jochpass, Graustock–Huetstock-Gruppe

Die tektonischen Umdeutungen im Raume von Engelberg (cf. p. 100ff.) bedingen auch eine erneute Überprüfung der tektonischen Zusammenhänge zwischen Jochpass und der Graustock–Huetstock-Gruppe. P. ARBENZ (1913c: 707 und 1934c: 780/781) lässt die Axen-Decke am Jochpass mit Eisensandstein und rostiger Echinodermenbrekzie (Nr. 16) — die er auf Grund von Pleydellien-Funden ins Aalenian stellt — enden und betrachtet die darüber folgende Verkehrt- und Normalserie als zur Drusberg-Decke gehörig. Aus den Aufnahmen von P. ARBENZ (1911 und 1948, in R. HELBLING) und L. MAZURCZAK (1945) sowie auf Grund eigener Studien ergibt sich, dass die beiden untersten Falten der Scheideggstock-Gruppe, die Salistock-Falte (III bei P. ARBENZ und L. MAZURCZAK) und die Unterzingel-Falte (II—I), den beiden Liasstirnfalten über der Unteren Trüebseealp entsprechen (cf. p. 101).

Die über der Salistock-Falte liegende Bockti-Falte (IV) wäre demnach mit der tiefsten Schichtserie über der Oberen Trüebseealp (1 im Sammelprofil von P. ARBENZ 1913c: Pl. 22, 1934c: 777) zu verbinden. Davon wäre sie beim Vormarsch der höheren Deckenteile abgerissen und um 2 km nordwestwärts verfrachtet worden.

Verfolgen wir diese Serie weiter gegen S, so gelangen wir über eine weitere liegende bis schwach tauchende Falte (2 in P. ARBENZ 1913c: Pl. 22, 1934c: 777) zum Gipfelmalm des Graustocks. Dadurch käme jedoch die Bockti-Falte bereits eindeutig über die Jochpass-Trias zu liegen; diese selbst hingegen würde zum Kern der Axen-Decke. Die Schichtfolge N des Jochpasses zeigt, in der Weise interpretiert, eine auffällige Ähnlichkeit mit derjenigen des Klausenpasses (cf.

R. BRUNNSCHWEILER 1948: 81, R. TRÜMPY 1949: 181 sowie p. 16), wenngleich sich im Detail noch gewisse Unterschiede zeigen, die seinerzeit schon von M. LUTHER (1927: 133) zusammengestellt worden sind.

Die sich wiederholende Verkehrtserie von Lias und von unterem Dogger des Jochpasses liesse sich sehr wohl als lokale Schuppung an der Basis der Axen-Decke deuten. Analoge Schuppungserscheinungen beobachtete R. TRÜMPY (1949: 27, Fig. 5) im Gebiet von Braunwald und W. BRÜCKNER (1958: 526) auf der Klausenpasshöhe (cf. p. 18 und 23).

Vergleichen wir diese neue Auffassung mit der von P. ARBENZ (1913c: Pl. 22, 1934c: 777) gegebenen Darstellung, so wäre dort eigentlich nur die Überschiebungsfläche der Drusberg-Decke von der Bock(t)ialp nicht hinunter zum Trüebsee zu ziehen, sondern durchweg über den Zementsteinschichten (Bocktischiefern) der Bockti-Falte und der untersten Fluh über der Oberen Trüebseealp in die spitze, schwach tauchende Mulde N des Graustocks.

Dagegen deckt sich diese Deutung sehr gut mit der von P. ARBENZ (1907b: 465) zuerst geäusserten Auffassung, worin er den tieferen Komplex, seine Jochpass-Decke (= Axen-Decke), ebenfalls durch diese liegende Tithon-Berrias-Mulde mit dem höheren System, seiner Erzegg-Decke (= Drusberg-Decke) verband.

Die komplexe Graustock-Mulde würde damit in den Gebirgen W des Engelberger Tales die beiden Decken, die Axen-Decke und die Drusberg-Decke, die E dieses Querschnittes immer ausgeprägter durch eine Überschiebungsfläche getrennt werden, zu einer einzigen Decke, zur Wildhorn-Decke, verbinden. Dabei stellt sich zunächst ein verschupptes, tauchendes Faltenelement (3 in P. ARBENZ 1934c: 777) mit gut entwickelter Verkehrtserie ein, dem ohne Zweifel die Funktion eines «Mittelschenkels» zukommt, und das wohl auch kräftig ausgedünnt worden wäre, wenn nicht dessen Lage in der tektonischen Senke hinter dem frontalen Anstieg des Axen-Stirngewölbes der Scheideggstock-Gruppe es vor allzu starker Auswalzung bewahrt hätte. Offenbar wurde das Abgleiten der Jura-Deckenkerne im Bereich der Graustock–Huetstock-Gruppe durch diese tektonische Senke etwas abgebremst und der Schub auf mehrere Elemente verteilt.

Scharti–Chulm–Keiserstuel, Scheidegg–Horn–Schijen

Die am E-Ufer des Urnersees in der «Tertiärmulde» des Axenmättli (cf. p. 84) sich abzeichnende Unterteilung der Kreidestirn der Axen-Decke in einen S- und einen N-Lappen lässt sich auch auf der W-Seite des Sees wieder erkennen. Während am E-Ufer die Kreide noch mehr oder weniger normal ihrer Jura-Unterlage aufliegt, blieb der Jurakern W des Sees um ca. 3—4 km zurück. Den Grund für dieses Zurückbleiben sieht H. ANDEREGG (1940: 43) in der beim Vormarsch der höheren Decken als Bremsklotz wirkenden Gitschen-Decke (cf. p. 94). Diese bewirkte am Vorderen Gitschen und im hinteren Chlital die Aufstauung der Falten der Kleintal-Serie.

Lappens. Dazwischen fehlt die Herbizugegg–Scheidegg-Serie. Sie ist aber im Bereich der Urnersee-Kulmination nicht einfach erosiv abgetragen worden, sondern wurde beim Vormarsch der Drusberg-Decke mitgeschleppt und an den Alpenrand verfrachtet. Dort tritt sie uns in der Hochflue-Platte wieder entgegen, liegt doch diese genau senkrecht zur Bewegungsrichtung vor der Lücke zwischen Herbizugegg und Scheidegg und stimmen auch die entsprechenden Randzonen faziell recht gut überein.

Eine ähnliche, besonders in den tieferen Schichtgliedern tektonisch weniger ausgewalzte, ebenfalls vom Öhrlikalk bis ins Eozän reichende Kreideserie wie an der Scheidegg finden wir in der Gipfelkappe des Horns, S von Isenthal (über der Schubfläche VII in H. ANDEREGG 1940: Taf. 1 Fig. b, Taf. 4, Profil 3, und Taf. 5, Profil 4). Auch diese Serie ist von einer weiteren, die Schichtserie steil durchschneidenden Scherfläche durchsetzt (VI in H. ANDEREGG's Darstellungen).

W des Horns bricht dieses höhere tektonische Element unvermittelt ab und entbehrt im Isental jeder weiteren westlichen Fortsetzung. Dafür setzt dieses in der Randkette, wiederum genau in der Bewegungsrichtung, mit der Serie des Vitznauerstocks ebenso unvermittelt wieder ein. Damit erhält auch der Streckungsbruch von Gersau, längs welchem der Vitznauer (Gersauer)-Stock gegenüber der Hochflue um etwa 2 km weiter nach N bewegt worden ist, eine im Deckengebäude der Zentralschweiz tiefgreifendere Bedeutung.

Dass bei der Abscherung und der Deckenbewegung alte, prälutetische Brüche, die bereits von A. BUXTORF und H. ANDEREGG für die Erklärung der Transgressionsverhältnisse des Lutetian im Raume Sisikon–Menzigried–Rütenen, an der Scheidegg — namentlich für die eigenartigen Detailstrukturen bei Riebgarten NW Isenthal (cf. H. ANDEREGG 1940: 53) — und am Horn, mitbeteiligt waren, scheint effektiv zuzutreffen, stellen sich doch auch am Glärnisch und an der Silberen im tektonisch entsprechenden Deckenbereich derartige Längsstörungen ein, die im Kreidestockwerk später als Schubflächen funktionierten.

Pilatus

Dank den von F. J. KAUFMANN (1867) mit grossem Eifer und gründlicher Sachkenntnis durchgeführten geologischen Aufnahmen zählte der Pilatus schon lange vor dem Durchbruch der Deckenlehre zu den am besten erforschten Gebirgsabschnitten der Schweizeralpen. Durch die neue Betrachtungsweise angeregt, unternahm A. BUXTORF einen erneuten Ve[illegible] umwobenen Berggestalt tiefer zu ergründen.

A. BUXTORF (1924, 1934b) hält dabei von N nach [illegible]e einander: Klimsenhorn-Serie (I), Tomlishorn-Gew[illegible] Steigli-Gewölbe (IV) und Matthorn-Gewölbe (V[illegible] latus noch recht einfach gebaut ist, eigentlich n[illegible] einem Kissen von subalpinem Flysch aufliegende [illegible]

Flysch einfallende Kreide-Eozän-Platte darstellt, — ein Baustil wie er uns generell bis an den Thunersee begegnet —, kompliziert sich dieser Bauplan gegen E mehr und mehr.

Schon im Querschnitt Mittaggüpfi (Gnepfstein)–Längen Schwand-Grat lässt sich eine deutliche Faltung dieser Kreide-Eozän-Platte beobachten, die sich gegen E rasch akzentuiert. In der S-Flanke des Nätsch zeichnet sich eine kleine, flexurartige Biegung ab (II); am Längen Schwand-Grat hebt sich ein Gewölbe heraus (V), das bereits am Gemselätsch längs Scherflächen abreisst und emporgestaucht wird. Die leichte, muldenartige Verbiegung zwischen Mittaggüpfi und Nätsch hat sich zu einer deutlichen Mulde vertieft, während das S anschliessende Tomlishorn-Gewölbe bereits am Widderfeld nach N überkippt, an einem Längsbruch aufreisst und sich gegen E immer mehr über die Bründlenalp-Mulde vorschiebt. Gleichzeitig gewinnen die zwischen Tomlishorn- und Matthorn-Gewölbe sich einschaltenden Sekundärfalten der Laubalp-Mulde immer mehr an Bedeutung und werden schliesslich zum Esel- (III) und Steigli-Gewölbe (IV) emporgepresst. Das Matthorn-Gewölbe selbst wurde neben den immer häufiger sich einstellenden und immer tiefgreifender werdenden Scherflächen auch noch längs des Gewölbekerns abgeschert.

An einer markanten Querstörung, die von der Fräkmünteregg über Gschwänd–Büchsen–Renggpass zum Telliegg (Dölli) verläuft, am Lopperberg-Bruch, bricht dieser eindrucksvolle Faltenbau des Pilatus unvermittelt ab und entbehrt — mit Ausnahme des südlichsten Elementes, der Matthorn-Krummhorn-Platte, die sich in die um nahezu 1 km zurückgebliebene Lopper-Platte fortsetzt — jeglicher östlichen Fortsetzung.

Da andererseits die Kreidestirn der Axendecke, deren Verlauf A. BUXTORF, A. TOBLER und G. NIETHAMMER vom Urnersee bis ins Engelbergertal verfolgten, W Grafenort unter der Drusberg-Decke verschwindet, äusserte A. BUXTORF schon 1910 (286/287 und 1924: 46) die Ansicht, «es sei die westliche Fortsetzung der Axen-Kreide draussen am Pilatus zu suchen», um so mehr als sich auch weitgehende fazielle Übereinstimmungen zwischen dem Westende der Axenkette und dem östlichen Pilatus erkennen lassen und die Ketten des Pilatus genau in der Verlängerung des W des Engelbergertales stattfindenden, abrupten Abtauchens der Axenkreide unter die Drusberg-Decke einsetzen.

Um dem primären Zusammenhang mit einigem Erfolg nachzuspüren, gilt es, neben den räumlichen Möglichkeiten die Schichtreihen und die Transgressionshorizonte genau zu analysieren.

Beginnen wir dabei mit dem südlichsten Pilatus-Element, der Krummhorn–Lopperberg-Serie. Wie aus den über sechs Jahrzehnte sich hinziehenden Aufnahmen von A. BUXTORF (1906, 1907, 1916, 1924: 35, 1934) hervorgeht, finden wir im Kern als Tiefstes Valanginianmergel. Der darüber folgende Valanginiankalk ist im südlichsten Pilatus von sehr geringer Mächtigkeit, nur in Spuren angedeutet oder fehlt ganz. Der vom nördlichen Pilatus bekannte Glaukonithorizont, die Gemsmättlischicht, fehlt vollständig (A. BUXTORF in E. BAUMBERGER und ARN. HEIM 1907: 5), so dass in der Krummhorn–Lopperberg-Serie der Kieselkalk des Hauterivian meist direkt auf kalkig entwickeltem

Valanginian aufruht. Wie aus dem schon von F. J. KAUFMANN (1867: 75 und Taf. 6) an der Lopperstrasse aufgenommenen Profil und der schematischen Faziesabwicklung von A. BUXTORF (1924: 36) hervorgeht, lässt sich der Kieselkalk im südlichen Pilatus gliedern in: geringmächtige Schiefer an der Basis, um 100 m mächtigen, undeutlich gebankten unteren Kieselkalk, bis 6 m mächtige Schiefer mit Glaukonit und Toxastern, 70 m oberer Kieselkalk, welcher durch Aufnahme von Glaukonit allmählich in etwa 15 m mächtige, glaukonitische Echinodermenbrekzie überleitet. Die Echinodermenbrekzie wird überlagert von etwa 3—5 m mächtigen, fossilführenden Altmannschichten, welche durch Abnahme des Glaukonitgehaltes allmählich in die Serie der von F. J. KAUFMANN eingehend beschriebenen, ziemlich mächtigen Drusbergschichten übergehen. Gegen oben leiten sie ohne scha rfe Grenze über in den reichlich von Brüchen zerhackten, steil isoklinal S-fal nden Schrattenkalk, der durch die etwa 30 m mächtigen Unteren Orbitolinensc ichten, eine Wechsellagerung von mergeligen Kalken und mergelig-siltigen, fo silreichen Bänken, deutlich zweigeteilt ist. Ihm lagert mit scharfer Grenze eine glaukonitführende Echinodermenbrekzie auf, das zentralschweizeris he Äquivalent der Brisibreccie, welche ihrerseits von Grünsandbildungen d s Albian (Concentricusschichten) und den Knollenschichten überlagert wird. Darüber transgredieren die alttertiären Hohgantschiefer (Pectinitenschiefer KAUFMANN's). Seewerkalk sowie höhere Kreideablagerungen fehlen. Über den gering mächtigen, sandig-mergeligen Hohgantschiefer folgen graue, weiche Mergelschiefer, die Stadschiefer (= Globigerinenschiefer), welche, wie eben alls schon F. J. KAUFMANN (1867: 60) beobachtete, zunächst noch mit Bänken von feinkörnigem, grauem Quarzsandstein, dem östlichen Äquivalent des Hohgantsandsteins, wechsellagern.

Wie die Untersuchungen von A. BUXTORF zeigten, setzt sich der Lopperberg E von Stansstad in den nordwestlichen Bürgenstock fort. Durch das Auftreten von wenige Meter mächtigem Seewerkalk wird die Schichtreihe etwas vervollständigt und kommt damit derjenigen der Hochflue-Platte, wie sie uns bei Bürglen, 1 km S Vitznau, entgegentritt (cf. p. 126), sehr nahe.

R. STAUB (1954) betrachtet die von A. BUXTORF (1910: 39 und 1916) als vom Mattgrat abgerutschte Schollen der Bürgenstock-Teildecke interpretierten Kreideserien der Unter- und der Obermatt als am N-Rand des Bürgenstocks nochmals zum Vorschein kommende Schubspäne der tieferen abgescherten Kreide-Decke. R. STAUB bringt diese einerseits in Verbindung mit der bei Schiberen (S Vitznau) unter das Seeniveau abtauchenden Hochflue–Vitznauerstock-Platte, andererseits lässt er sie in die nordwestliche, auch von A. BUXTORF von der Bürgenstock-Teildecke abgetrennte, im Lopperberg und auf der S-Abdachung des Pilatus sich wiederfindende Schichtserie fortsetzen.

Die Neuaufnahmen der Bürgenstock-N-Seite l loch
Kreideserien von Ober- und Untermatt auf Gr Auft
Seewerkalk eindeutig mit der Bürgenstock-T ü
Auffassung A. BUXTORF's somit zu Recht besteh

Über die fazielle Entwicklung der N an die I
anschliessenden Tomlishorn-Serie vermitteln ur

wissenhaft aufgenommenen Profile F. J. KAUFMANN's (1867) und die von A. BUXTORF (1906, 1916, 1924, 1934) durchgeführten Aufnahmen und Richtigstellungen wertvolle Aufschlüsse.

Verglichen mit der Schichtreihe des südlichen Pilatus zeichnen sich in der Tomlishorn-Serie vor allem hinsichtlich der Transgression des Alttertiärs deutliche Unterschiede ab. So liegen die Hohgantschiefer am Matthorn einem nahezu vollständig erhaltenen Oberen Schrattenkalk auf. Über Steigliegg und Esel gegen die Laubalp-Mulde greift die Transgressionsfläche von S nach N bis auf die Unteren Orbitolinenschichten hinunter. Auf der Tomlialp und am Widderfeld schalten sich unter den Hohgantschiefern noch Nummulitenkalk, -sandkalke und Quarzsandsteine des Lutetian ein, die weiter gegen N über immer tieferen Schichten des Unteren Schrattenkalkes einsetzen. In den Stadschiefern stellen sich vom mittleren Pilatus an Einlagerungen von Lithothamnienkalk ein, für die KAUFMANN die Bezeichnung Wängenkalk eingeführt hatte. In den tieferen Schichtgliedern fällt namentlich das Auftreten von Valanginiankalk, die darüber liegende glaukonitische Gemsmättlischicht und die Mächtigkeitsreduktion des Kieselkalkes auf.

In der anschliessenden Klimsenhorn-Serie beobachten wir ähnliche Verhältnisse wie im nördlichen Abschnitt der Tomlishorn-Serie. Der Kieselkalk hat nochmals etwas an Mächtigkeit eingebüsst, die Transgression des Lutetian greift tiefer hinab und lässt den Unteren Schrattenkalk der Klimsenhorn-Serie noch etwas schmächtiger erscheinen. Die schon im südlichen Pilatus zu beobachtenden, in die Globigerinenschiefer eingeschalteten Sandsteinlagen gewinnen gegen N immer mehr an Bedeutung und umfassen in der Klimsenhorn-Serie auch das Niveau der Hohgantschiefer.

Die Tomlishorn-Serie mit den beiden Sekundärgewölben des Esel und der Steigliegg und die Klimsenhorn-Serie sind daher sowohl tektonisch wie faziell bereits mit der eigentlichen Axen-Kreide zu vergleichen. Während diese im Querschnitt des Urnersees noch mehr oder weniger solidarisch mit dem Jurakern bewegt wurde, vermochte die Kreide im Wirkungsbereich der Hasli-Depression dem gewaltigen Vorbranden der höheren Schubmassen nicht mehr standzuhalten, sondern wurde in den Mergelserien der Unterkreide von ihrer Jura-Unterlage abgeschert und an den Alpenrand verfrachtet, wie sich dies im Prinzip schon A. BUXTORF (1910, 1924) vorgestellt hat.

Dabei dürfte die Klimsenhorn-Serie den höheren Teil des Axen-S-Lappens darstellen, der sich im Isental, am Chulm und am Bärenstock, als obere Digitation abzuspalten beginnt (cf. p. 106). Die Lutetian-Transgression greift, wie NW der Wallenstöcke, tief auf den Unteren Schrattenkalk hinunter, so dass dieser recht geringmächtig erscheint. Verbinden wir den östlichsten Punkt der Klimsenhorn-Serie bei der Alp Gschwänd, 1 km NE Pilatus-Kulm, mit dem letzten Vorkommen der entsprechenden Serie E der Spissegg, 5 km N von Engelberg, so stellen wir fest, dass diese Spur fast genau senkrecht zu den Faltenachsen der Drusberg-Kreide des Gräfimattstand–Brisen-Gebietes und der Bürgenstock-Teildecke des Muoterschwanderberges, also in der Bewegungsrichtung, verläuft, beträgt doch die Abweichung kaum 2°.

Die S der Tertiärmulde des Klimsenhorns folgende Tomlishorn-Serie wäre demnach faziell S an die Kreideserie des Axen-S-Lappens anzuschliessen; da wie dort transgrediert das Lutetian auf den Unteren Orbitolinenschichten. Dies bedeutet, dass die Tomlishorn-Serie dem Axen-N-Lappen gleichzusetzen ist.

Da aber S-Lappen und N-Lappen am Axenberg durch die Axenmättli-Mulde getrennt werden, diese sich dank der Untersuchungen von A. Buxtorf, A. Tobler und G. Niethammer (in A. Buxtorf et alii 1916) und H. Anderegg (1940: 48ff.) durch das Isental hinauf über den Sattel zwischen Chulm und Horn und zwischen Bärenstock und Schijen zur Sinsgäuer Schonegg verfolgen lässt, erhebt sich die Frage nach deren westlicher Fortsetzung, um so mehr als diese bis hinauf auf die Sinsgäuer Schonegg stets eine tiefe Trennung darstellt (cf. p. 106). Diese trennende Mulde verläuft jedoch nicht konform dem Kettenstreichen, sondern schief dazu, so dass der N-Lappen von E nach W fortschreitend, ständig an Bedeutung einbüsst und an der Sinsgäuer Schonegg auf einige ganz unbedeutende Reste reduziert erscheint (cf. p. 106). H. Anderegg (1940: 44) glaubt, dass «sich gegen W der Südlappen auf Kosten des Nordlappens» verbreitere.

Vergleichen wir die Raumbreiten der verschiedenen Elemente der Axen-Kreide mit denjenigen am Pilatus, so erhalten wir im Querschnitt Vorderer Gitschen–Scharti–Scheidegg (H. Anderegg 1940: Taf. 1, 3 und 7, Profil 2) für die Kleintal-Serie, zusammen mit den Wangberg-Linsen und der Gilletisfluh-Masse, rund 2,5 km, für den Axen-S-Lappen 1,5 km, für den N-Lappen ohne Gipfelgrat-Schuppe der Scheidegg (= Bächistock-Decke) 3,5 km. Im Querschnitt Urirotstock–Schlieren–Sassigrat–Chulm–Horn (H. Anderegg 1940: Taf. 4, Profil 3; Taf. 5, Profil 4; Taf. 7, Profil 3) verteilen sich die Abwicklungsbreiten wie folgt: Kleintal-Serie 3,5 km, Axen-S-Lappen gut 2 km, N-Lappen ohne Gipfelklippe des Horns (= Bächistock-Decke) knapp 1,5 km. In dem von P. Arbenz stammenden Profil durch die Wallenstöcke (in A. Buxtorf et alii 1916) messen wir für die Wallegg-Kreide (= Kleintal-Serie + Axen-S-Lappen) gut 4 km. Am Pilatus ergibt sich im Querschnitt Klimsenhorn–Oberhaupt–Esel–Steigliegg für die Klimsenhorn-Serie eine Raumbreite von gut 1 km, für die S anschliessende Tomlishorn-Serie eine solche von 2 km, die sich im Tomlishorn–Matthorn-Querschnitt auf 3,5—4 km verbreitert. Dabei stellen wir fest, dass Axen-S-Lappen + Kleintal-Serie von E nach W leicht zunehmen, von 4 km im Querschnitt Vorderer Gitschen–Scharti auf 5,5 km in demjenigen von Urirotstock-Chulm. Im Wallenstöcke-Profil, wo die oberste Falte bereits abgeschert ist, messen wir nur noch gut 4 km; dazu kommt aber noch eine solche von gut 1 km in der Klimsenhorn-Serie am Alpenrand.

Für den Axen-N-Lappen erhalten wir eine Raumbreite von 3,5 km im Querschnitt Scharti–Scheidegg, am Horn und am Schi km
setzt am Pilatus W des Lopperberg-Bruches die ho
Raumbreite von 2 km ein. Verbinden wir das W-I Sc
Abbruch des Pilatus, so fällt diese Spur praktisch
zusammen. Während die südlicheren Gewölbeac
der Steigliegg erst NE oder gar NNE streichen,

Lopperberg-Bruch eng zusammen und lassen deutliche Schleppungs-Effekte erkennen.

Wenn somit die Klimsenhorn-Serie dem südlichen Teil des Axen-S-Lappens entspricht und die faziell S anschliessende Tomlishorn-Serie dem N-Lappen gleichzusetzen ist, so müsste die Mulde S des Klimsenhorns die westliche Fortsetzung der Axenmättli-Mulde darstellen. Damit liesse sich dieses Struktur-Element in der Bründlenalp–Klimsenhorn-Mulde bis gegen das Mittaggüpfi verfolgen.

Selbst die überdrehte synklinale Aufwölbung von Bärchenen und der Harderwand zwischen Isleten und Bauen, die sich auch im Axen-Profil im Bereich der Tellskapelle abzeichnet, fände am Pilatus in der Laubalp-Mulde ihr Abbild.

Tektonische Elemente am Pilatus und am Urnersee

Pilatus	Isental	Urnersee
Klimsenhorn	Bärenstock–Scharti	Axen-S-Lappen
Bründlenalp	*Sattel–Isleten*	*Axenmättli*
Tomlishorn	Isitaler Tobel	Axen-N-Lappen
Laubalp	*Bärchenen*	
Steigliegg	Choltal	
Matthorn–Krummhorn	Scheidegg/Hochflue	Herbizugegg

Senkrechte Schrift = Gewölbe, Schrägschrift = Mulden

Rigi-Hochfluekette und Bürgenstock

Die Rigi-Hochfluekette mit ihren steil aufragenden Gipfelkämmen, dem Vitznauerstock, der Hochflue und dem Urmiberg, besteht, wie schon aus einer Zeichnung von ARN. ESCHER aus dem Jahre 1849 hervorgeht, aus zwei steilstehenden, isoklinal zum Seebecken von Gersau–Beckenried abfallenden Kreide-Eozän-Serien. F. J. KAUFMANN (1872) unterschied bereits in der nördlichen, dem subalpinen Flysch aufliegenden Platte der Rigi-Hochflue und des Vitznauerstocks: Neocomien — Coulonischichten —, Kieselkalk und Kieselschiefer mit der Seeigelbank am Kleinstöckli (= nördlicher Vorgipfel des Vitznauerstocks) und dem Vitznauerkalk im Dach, nochmals Coulonischichten — Urgonien und Aptien — Unterer Schrattenkalk, «Orbitulitenschichten», Oberer Schrattenkalk — und darüber transgressiv das Eozän mit den Pilatusschichten — Complanataschichten, nummulitischer Kalk und Grünsandstein sowie Pectinitenschichten (Hohgantschiefer, Globigerinenschiefer). Ebenso kannte er zwischen Wissiflue und Bürglen–Schiberen (SE bzw. S von Vitznau) unter der Transgressionsfläche verschiedentliche Vorkommen von geringmächtigem Gault und Seewerkalk.

Über den Globigerinenschiefer liess KAUFMANN eine höhere Serie folgen von

kalk und Kieselschiefer, Altmannschichten, Coulonischichten, Serpula-
ten, Unterer Schrattenkalk, «Orbitulinenschichten», Oberer Schratten-
Gault — (1) «hellgrauer, späthigkörniger Kalk mit wenigen Glaukonit-
nen», (2) «Schiefer, grau bis schwärzlich grün, voll von Glaukonitkörn-
und (3) «dunkelgrauer, kieseliger Kalkstein mit vielen Glaukonitkörn-
oft mit Lagen ellipsoidischer Knauer von hellerer Färbung und grösserem
ehalt», der eng mit dem darüberliegenden Seewerkalk verknüpft ist. Vom
les Plattiberges (500—600 m W der Wilerbrücke) erwähnte KAUFMANN
55) bereits das Auftreten einer roten Varietät. Über dem Seewerkalk
redieren in der südlichen Sedimentplatte, der Urmiberg-Schuppe: Grün-
eine der Complanataschichten, Pectinitenschiefer und «Unterer Flysch
Rigischichten — graue Mergelschiefer, die hie und da mit feinkörnigem
tein wechseln».

ch eine äusserst minuziöse, über mehrere Jahre (1905—1912) sich er-
ende Neuaufnahme gelang es A. BUXTORF besonders die Unterkreide
etwas feiner zu gliedern und da und dort stratigraphische Unstimmigkei-
korrigieren. Vor allem aber wurde die Tektonik präziser gefasst und im
der Deckentheorie gedeutet. A. BUXTORF (1916: 20) konnte neben zahl-
n Quer- und Längsbrüchen auch verschiedentlich Schuppungen fest-
.

hrend so der geologische Bau dieser Gebirgskette bereits relativ früh gut
nt war, wurden hinsichtlich des tektonischen Zusammenhanges dieser
recht verschiedene Ansichten geäussert.

etwas steiler einzufallen scheine, einen neuen Sinn. Während ESCHER «dieses anscheinende Aufliegen der Alpenkalkformation auf der Nagelfluhformation» bei der bereits 1795 erfolgten Niederschrift noch als Beweis für das höhere Alter des Nagelfluhgebirges ansah, deutete er diese Erscheinung, da sie sich längs der ganzen Alpenkette beobachten lässt, in einer später verfassten Anmerkung als «ein blosses Hinüberlehnen der ersten Alpenkalksteinkette auf die Nagelfluhgebirge». Wie schon A. TOBLER und A. BUXTORF (1906: 41) festgestellt hatten, ist davon in der Natur nichts zu sehen. Die von ALB. HEIM (1891: Taf. 3 Fig. 2) gezeichnete Ansicht von der E-Seite des Urnersees, auf der die verkehrt liegenden «Neocomschichten» der Axenflue zwischen Strasse und See fast horizontal und weiter S leicht gegen S einfallen, gibt die tatsächlichen Verhältnisse durchaus richtig wieder (cf. W. BRÜCKNER 1956). Auch auf der W-Seite des Urnersees zeigt sich an der tektonisch entsprechenden Stelle, am Fuss des Scharti, «unter den umgekehrten Neocomschichten eine kleine, zum Gewölbe verdrehte, flache Schrattenkalkmulde», die hier, wie A. BUXTORF festgestellt hat, noch einen Kern von Orbitolinenschichten erkennen lässt. «Die supponierte unterirdische Verbindung der Südlichen Kreidekette» — der Axenkette — «mit der Nördlichen Kreidekette» — der Hochfluekette — «unter der Mittleren Kreidekette» — der Bauen–Fronalpstock-Kette — hindurch ist durch diese verkehrt liegenden Neocom- und Urgonschichten an der Axenfluh einerseits und südlich Isleten andererseits abgeschnitten.»

Eingehende stratigraphische Detailbeobachtungen führen A. BUXTORF (1906: 36) zum Schluss: «Die Schichtserie an der Nordstirne der Nördlichen Kreidekette (Vitznauerstock–Rigihochfluh) zeigt deutliche fazielle Anklänge an die Südliche Kreidekette (Axenkette).»

Aus faziellen Vergleichen der Hochfluekette mit dem Seelisberg–Axenstein-Gewölbe (J. J. PANNEKOEK 1905, P. ARBENZ 1905) folgert A. BUXTORF (1906: 38): «Die Kreide am S ü d r a n d e der Nördlichen Kreidekette (Vitznauerstock–Rigihochfluh) ist dieselbe wie am N o r d r a n d e der Mittleren Kette (Seelisberg–Morschach). Nördliche und Mittlere Kreidekette gehören also einem und demselben Faziesbezirke an.» Diesen beiden beobachteten Tatsachen Rechnung tragend, bezogen A. TOBLER und A. BUXTORF die Hochfluekette raummässig aus der Fuge zwischen Axenkette und Fronalpstockkette.

Auf einem unveröffentlichten Urnersee-Profil verband H. SCHARDT 1915 die Hochflue wiederum mit dem Axenstein-Gewölbe. Dabei liess er allerdings die dazwischen liegende Mulde bis unter den Gipfel des Fronalpstockes zurückgehen.

Als weitere, für die Alpenrandkette der Vierwaldstättersee-Gegend charakteristische Erscheinung erwähnt A. BUXTORF (1908: 168—170, 1910: 7, 1916) die dabei sich bildenden Streckungsbrüche, schief zum Kettenstreichen verlaufende Querbrüche, wodurch eine Verlängerung des Bogens erreicht wurde.

Während die Randkette zunächst stets als «ein tektonisches Ganzes» aufgefasst wurde, gliedert sie A. BUXTORF (1910: 7) in drei verschiedene tektonische Elemente: die Niederhorn-Decke, die Pilatus-Decke und die Bürgenstock-Decke. Die beiden ersten Teildecken, die Niederhorn- und die Pilatus-Decke,

en durch die Bründlenalp–Klimsenhorn-Mulde verbunden, die Bürgen-
-Decke dagegen steht «den beiden übrigen durchaus selbständig gegen-
und wird durch scharfe Überschiebung» von der Pilatus-Decke getrennt.
beiden dachziegelartig aufeinander liegenden Kreide-Eozän-Serien, die
hflue- und die Urmiberg-Schuppe, die faziell eng aneinander
liessen, werden von A. Buxtorf (1910, 1916) der Pilatus- und der Bürgen-
-Teildecke zugeordnet. Da meist Valanginianmergel der Urmiberg-
ppe auf Globigerinenschiefern der Hochflue-Schuppe aufliegen, tritt die
ende Überschiebungsfläche im Gelände nur an wenigen Stellen präzis zu-
Dennoch lassen sich die beiden tektonischen Einheiten sowohl in der
fluekette wie am Vitznauerstock ohne Schwierigkeit auseinanderhalten.
ch W setzt sich die Urmiberg-Schuppe, an einigen Streckungs-
en versetzt und auseinander gerissen — Nasmattli–Bürglen und Buochli–
eln-Bruch — über die Nasen in den Bürgenstock fort. Dabei legt
ie Kreide-Eozän-Platte gegen W in immer tiefere Falten. W des Durch-
es von Stansstad lässt sich der südliche Teil dieses Faltenbaues — durch
treckungsbrüche Rozloch–Fürigen und Klosterwald–Bergli (cf. A. Bux-
1910, 1916) verschert — im Rozberg und im Muoterschwanderberg wieder
nen. Über Sibeneich verläuft dieses tektonische Element gegen Sarnen,
s im Landenberg/Ramersberg-Gewölbe unter den Obwaldner Flysch-
n verschwindet (cf. p. 130).
s nördliche Element, die Hochflue-Schuppe, beschränkt sich W
itznauerstockes auf einen schmalen Abschnitt an der NW-Seite des Bür-

Leistmergel mit *Tetragonites*—folgen. «Das Vorkommen dieser jungen Kreidehorizonte spricht», wie A. BUXTORF fortfährt, «mit aller Deutlichkeit dafür, dass die Aubrige südlicheren Ursprungs sind als die Bürgenstockdecke, die nur an ihrem Südwestende eben noch Seewerschiefer in ziemlicher Mächtigkeit führt.» A. BUXTORF (1910: 12/13) möchte daher die östliche Fortsetzung der Urmiberg-Schuppe — und damit der Bürgenstock-Decke — eher in der Richisauer Zwischendecke J. OBERHOLZER's (1908b: 551/552) vermuten, deren Eigentümlichkeiten nach BUXTORF «in allen Details auch für die Bürgenstockdecke passen» (cf. p. 7).

P. ARBENZ (1913a: 33) glaubte in der Richisauer Zwischendecke die westliche Fortsetzung der Wiggis-Decke LUGEON's zu erkennen, womit Bürgenstock- und Rigi-Hochflue zur Säntis-Decke gehören würden. Diese Auffassung vertrat er noch 1934 (p. 112 und Taf. 1 und 2).

1917 modifizierte ARN. HEIM seine Auffassung über den Zusammenhang von Hochflue und Aubrigkette dahin, dass er, den von A. BUXTORF geäusserten Ansichten Rechnung tragend, nur noch die Schuppen auf der N-Seite des Aubrig mit der Hochfluekette in Verbindung brachte.

Auch A. JEANNET (1941: Taf. 3) verbindet die Hochfluekette über die Aubrige mit der Risetenkette, wogegen R. STAUB (1954) die Hochfluekette in die Chrummflue und in das Gewölbe Gross Aubrig–Guggelberg fortsetzen lässt, die Urmiberg-Schuppe dagegen mit der Risetenkette in Zusammenhang bringt.

Aus der Tatsache, dass «Urmiberg und Aubrig nicht genau in der gegenseitigen Verlängerung voneinander liegen, sondern gegeneinander verschoben zu sein» scheinen, schliesst W. LEUPOLD (1942: 267), dass diese beiden Randketten-Elemente nicht tektonisch äquivalent sein können. W. LEUPOLD möchte im Aubrig-Gewölbe eine Verlängerung des Axenstein-Gewölbes auftauchen sehen, während er den Urmiberg als vorgeschobene, aus dem Raum zwischen Axenstein-Gewölbe und dem Rücken der Axen-Decke zu beziehende Schuppe betrachtet. Zwischen den beiden — allerdings reichlich theoretischen — Aufschiebungsspuren würde sich nach W. LEUPOLD ein Teil des Hochstuckli–Wägitaler-Flysches einschalten.

Das plötzliche Abtauchen des Urmiberges bei Seewen fällt aber genau mit der nordwestlichen Verlängerung des SW-Abbruches des Chaiserstockgrates zusammen, wo Drusbergschichten, Schrattenkalk und Untere Orbitolinenschichten der Silberen-Kreide ihr westliches Ende finden, während die höheren Schichtglieder bereits etwas weiter E abbrechen (cf. p. 77). Es scheint daher schon rein vom tektonischen Standpunkt aus verständlich, wenn die am Urmiberg auftauchende Kreideserie das genaue westliche Äquivalent der Chaiserstock-Kreide darstellen würde. Diese wäre längs des SW-Abbruches des Chaiserstockgrates abgerissen und beim Vormarsch der Drusberg-Decke an den Alpenrand geschleppt und auf subalpinen Flysch und Molasse aufgeschoben worden. Dabei erfolgte die Abscherung offenbar nicht in allen Schichten genau an der gleichen Stelle, was sich nicht nur im Chaiserstockgebiet, sondern auch am Urmiberg beobachten lässt.

Die kleine Gipfelklippe von Valanginiankalk und Kieselkalk des Fulen,

ischen Chaiserstock und Roßstock (cf. p. 77), dürfte sich in der Urmiberg
nuppe ebenfalls abzeichnen. Ihr würde lagemässig die von einer Schar vo
erbrüchen gestörte Zone der Ränggen, des östlichen Überganges von Brun
n nach Lauerz, entsprechen. In der Tat bildet im Bereich unmittelbar E de
harte der Ränggen der Schrattenkalk das tiefste Schichtglied.

Diese Deutung von der Äquivalenz der Urmiberg-Serie mit Chaiserstock
beren-Kreide liesse auch die bereits von P. Arbenz (1905a: 43) im nördlich
n Element der Drusberg-Decke in der Muotaschlucht festgestellte und stet
wer verständliche Querflexur (cf. p. 135) in einem neuen Licht erscheine
ese fällt genau in die Verbindungsgerade Urmiberg-E-Ende–Chaiserstock
t. Es liegt daher nahe, sie ebenfalls mit dem Vorschub der Urmiberg-Seri
den Alpenrand in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

Erinnern wir uns, dass die Schichtserie am Chaiserstock nur noch bis in di
teren Orbitolinenschichten hinaufreicht, die höheren Schichtglieder abe
reits weiter E ausfallen. Diese am Chaiserstock fehlende Serie von Schratten
k, mittlerer Kreide, Seewerkalk, Assilinengrünsand und Stadschiefer mus
olgedessen «irgendwo unterwegs» zurückgeblieben sein. Sehr wahrschein
n — wenn auch kaum direkt nachweisbar — dürften diese Relikte unter der
bel-Gewölbe zu suchen sein, womit das W-Ende dieses Gewölbes ebenfall
dem Vorschub der Silberen-Kreide in Zusammenhang zu bringen wäre. Di
erflexur der Muotaschlucht wäre somit als Anpassungserscheinung an di
rch diesen Vorschub entstandenen Untergrundsverhältnisse zu deuten. Unte
n Axenstein-Gewölbe wäre die Urmiberg-Serie vollständig an den Alpen

den Elemente, Hochflue-Schuppe (= südliches Pilatus-Element) und Herbizugegg-Serie einerseits und Urmiberg-Schuppe und Chaiserstock–Silberen-Kreide andererseits, auch auf ihre fazielle Übereinstimmung untersuchen. Dabei stellen wir fest, dass sich das Schichtprofil der Egg, am E-Ende der Hochflue-Schuppe (cf. p. 126) fast bis in die letzte Einzelheit mit demjenigen der Herbizugegg an der Axenstrasse S Sisikon vergleichen lässt. An beiden Orten beginnt die Schichtreihe mit den obersten Drusbergschichten, sind die Unteren Orbitolinenschichten deutlich ausgebildet und schliessen mit einem charakteristisch siltig-sandigen, bräunlich anwitternden Niveau ab. Ebenso transgrediert das Lutetian in beiden Profilen auf dem Oberen Schrattenkalk. Die etwas südlicheren Faziesverhältnisse von Menzigried–Rütenen, SE von Sisikon, wo die Transgression in der gleichen Serie nur noch bis auf den Seewerkalk hinuntergreift, wären mit den ebenfalls etwas südlicher zu beheimatenden Stellen am Vitznauerstock und bei Bürglen, S von Vitznau, zu vergleichen. In der Tat besteht zwischen den Profilen von Bürglen und Menzigried eine geradezu verblüffende Übereinstimmung.

Für ursprünglich unmittelbare Nachbarschaft von Urmiberg-Raum und östlichem Chaiserstock-Raum spricht vor allem die auffallend gute Übereinstimmung der Ausbildung der mittleren Kreide. Am Urmiberg, besonders deutlich S der Zünggelenflue, wie im östlichen Chaiserstockgebiet, am Wiss Nollen und N des Ochsenblätzli, S von Muotathal, schaltet sich zwischen Brisibreccie und Flubrigschichten ein eigenartiger, feinkörniger, stark glaukonitischer Sandstein ein, der durch das Auftreten von kleinen, gelblich-beigen bis rostigbraunen, mergelig-ankeritischen Komponenten, bis gegen 4 mm grossen, gerundeten Quarzkörnern, Trümmern von Phosphoritknollen und Collophanitnestern auffällt. Da überall in diesem Gebiet die sonst mit scharfer Grenze auf der Brisibreccie transgredierende Durschlägi-Fossilschicht fehlt, liegt der Verdacht nahe, dass dieser Glaukonitsandstein ein zeitliches Äquivalent der Durschlägi-Fossilschicht darstellen könnte, dass offenbar die Kondensation im Abschnitt Zünggelenflue–Wiss Nollen–Fallenflue/Ober Gibel viel weniger ausgeprägt erfolgte, der Phosphorithorizont daher viel diffuser erscheint als im entsprechenden Faziesraum weiter im E.

Dass diese Faziesentwicklung auch im Gebiet zwischen Fallenflue und Gibel auftritt, braucht nicht weiter zu erstaunen, da in der Abwicklung der nördlichste Drusberg-Raum unmittelbar S an denjenigen der Silberen-Decke anschliesst, wodurch der Raum zwischen Fallenflue und Gibel unmittelbar S an denjenigen der Zünggelenflue und des Wiss Nollen zu liegen kommt.

Ein einwandfreies stratigraphisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Fallenflue–Gibel-Raum einerseits und Urmiberg/östlicher Chaiserstock-Raum andererseits bilden jedoch die Unteren Orbitolinenschichten, die bereits im nördlichsten Gewölbe der Drusberg-Decke, im Axenstein–Gibel–Guggerenflue-Gewölbe, mehr kalkig ausgebildet sind und infolgedessen von der markant in Erscheinung tretenden, mergelig-siltigen Ausbildung auf der N-Flanke des Urmiberges und in der Chaiserstockkette deutlich abweichen.

Zu den von A. BUXTORF (1910) ins Feld geführten faziellen Differenzen zwi-

Urmiberg und Aubrigkette ist zu bemerken, dass der Seewerkalk auch
lichen Urmiberg an zahlreichen Stellen Anzeichen eines Überganges in
rschiefer zeigt. Ferner ist zu bedenken, dass die Kreideserie gegen E sich
lständigt. Zugleich stellen sich etwas bathyalere Faziestypen ein; die
verlaufen also nicht streng parallel den tektonischen Einheiten, sondern
eicht schief dazu. Im Chalberstock-Gewölbe E von Euthal, das unmittel-
die östlichsten Teile der Oberen Silberen-Decke anzuschliessen ist (cf.
), stellen sich über der mittleren Kreide Seewerkalk und 5 m Seewer-
r ein. Mit scharfem Kontakt folgen darüber ca. 15 m «Wildflyschschiefer»:
rze, tonige Schiefer mit flammenartigen Einlagerungen von grünen
fern mit eingelagerten Geröllen — teilweise phakoidischer Natur — von
alk, gefolgt von 5 m typischen Globigerinenschiefern mit grossen Globi-
n, wie die Auswertung eines gemeinsam mit J. WINTER (1956) im Spude-
ch aufgenommenen Profils gezeigt haben. Weiter gegen E stellen sich
reideschichten ein, die auch enge fazielle Beziehungen zur Oberkreide-
cklung der Riseten bekunden (cf. p. 146).

von A. BUXTORF (1910: 14) angeführten Unterschiede in der Tektonik:
- und Schuppenbau in den Aubrigen, eine starre, von Brüchen durch-
Platte am Urmiberg, werden mit der neuen Deutung leicht verständlich.
rmiberg-Schuppe entspricht vollkommen dem Baustil, wie er sich im
erstockgebiet darbietet, die Falten und Schuppen des Aubrig dagegen
spiegeln die mehr frontalen Strukturen des östlichen Silberengebietes
57).

der Falten «die Entfernung zwischen Pilatusdecke und Seelisbergfalte» zu gross wäre. Auch würden der Pilatus- und der Bürgenstock-Decke ähnliche Konglomerate fehlen.

Wenn wir jedoch die Kreideserien der Vierwaldstättersee-Gegend abwickeln, so ist die am Vitznauerstock vorgelagerte Platte von Urmi (= Bürgenstock-Decke) unmittelbar N an den N-Schenkel des bei Rütenen abtauchenden Seelisberg-Gewölbes anzuschliessen. Als Abwicklungsbreite dieser Kreideserie erhalten wir im Querschnitt des Vitznauerstockes kaum mehr als 1 km im Kieselkalk und im Schrattenkalk eher weniger. Die in der Urmiberg-Schuppe dem Konglomerat-Vorkommen von Rütenen entsprechende Stelle ist nun aber leider auf der S-Seite des Vitznauerstockes nicht mehr aufgeschlossen; sie dürfte bereits unter dem Seegrund liegen.

N an die Urmiberg-Serie wäre diejenige des Vitznauerstockes (= südliche «Pilatus-Decke») anzuschliessen. In dieser Kreideserie stellte bereits F. J. KAUFMANN (1872) recht merkwürdige Transgressionsverhältnisse fest, transgrediert doch bald Assilinengrünsand, bald Complanatakalk des Lutetian auf Oberem Schrattenkalk; über grössere Strecken liegen diese auf Brisibreccie, zuweilen auf glaukonitischer Mittelkreide und an mehreren Stellen auf Seewerkalk.

Da im Konglomerat von Rütenen Komponenten von älteren Gesteinen als Schrattenkalk und jüngeren als Seewerkalk fehlen, wäre es sehr wohl denkbar, dass diese aus dem Sedimentationsraum Urmi/Vitznauerstock stammen, um so mehr als aus dem Drusberg-Raum keine Stellen bekannt sind, wo Eozän direkt auf Schrattenkalk liegt.

Aus der Anwesenheit von *Nummulites millecaput* BOUBÉE und *Assilina exponens* (SOW.) im Zement «teils in vollständigen Exemplaren, oder nur als Fragmente», schliesst A. BUXTORF (1916: 44), dass «am Lutétienalter der ganzen Bildung nicht wohl ein Zweifel bestehen kann». Dies kann zutreffen, ist aber damit noch nicht absolut gesichert, kommen doch auch im Zement des Gruontal-Konglomerates isolierte Nummuliten vor, die sicher älter sind als dessen Ablagerung.

A. BUXTORF (1916: 45/46) möchte daher das Konglomerat von Rütenen mit «alten, örtlichen Störungen (Verwerfungen)» in Zusammenhang bringen, welche lange vor der Deckenbildung «zu Niveaudifferenzen und Erosionserscheinungen innerhalb der später zur Seelisbergfalte gewordenen Schichtserie haben führen können». Sicher haben derartige örtliche Störungen eine erste Zerscherung des Kreideraumes bewirkt. Bei der späteren Deckenbildung wurden diese reaktiviert, so dass die Kreideserie längs derartiger Schwächezonen zu Teildecken übereinander geschoben wurde.

Sehr wahrscheinlich ist auch die Ausbildung von konglomeratischem Seewerkalk mit derartigen Störungen in Zusammenhang zu bringen, scheint doch deren Vorkommen eng an den Grenzbereich zwischen Bürgenstock–Urmiberg–Silberen–Aubrig und dem Stirngewölbe der Drusberg-Decke gebunden zu sein.

Fragen wir abschliessend noch nach der Malm-Unterlage, über welcher diese Kreideserien einst zur Ablagerung gelangt sind, so ergibt sich für die Beheima-

tung der Urmiberg-Schuppe, als westliches Äquivalent der Silberen-K
nur die unmittelbar W an die Unterlage der Silberen-Decke (cf. p. 73
schliessenden Malm-Hochflächen zwischen Galtenäbnet–Lägend Wind
und Chinzenberg–Höch Pfaffen. Gegen W, gegen die Nasen, tritt in der
berg-Serie eine zunehmende Raumverschmälerung ein. Ihr Abbild treffe
in genau gleicher Weise auch in der einstigen Jura-Unterlage W des Ch
bergs.

W der Nasen, im Bürgenstock, dagegen, verbreitert sich der Kreide
plötzlich wieder; ebenso nimmt auch die rückwärtig gelegene Malm-Unt
W des Reusstales, in der Unteren Urirotstock-Decke der westlichen U
stockgruppe, im Gebiet zwischen Chlitaler Firn, Griessenfirn und Plar
wieder an Raumbreite zu.

Sehr wahrscheinlich ist selbst der Durchbruch von Stansstad, zwischer
genstock und Muoterschwanderberg, nicht nur das Werk quartärer Au
mung, trifft doch die rückwärtige Verlängerung dieser Störung in die
nische Schwächezone der nordöstlichen Talflanken von Engelberg, wä
diejenige am SW-Ende des Muoterschwanderberges mit dem südwest
Abbruchrand des Engelberger Kessels, mit der NE-Wand der Graustock–
stock-Gruppe, zusammenfällt (cf. p. 101).

Stratigraphische Detailprofile

Profil durch Kieselkalk und Altmannschichten der Hochflue-Schuppe am N-Grat der Hochflue, Koo. (1): 685130/207270/1560, (13): 685220/207220/1650

			Drusbergschichten: gelblich bis hellgraubeige anwitternde, dünnschieferige Mergel.
(13)	2	m	Altmannschichten: grünlich beige bis braun anwitternder, stark glaukonitisch-sandiger Mergelkalk mit Tonhäuten.
			Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes (ca. 23 m):
(12)	8	m	bräunlich beige anwitternder, grobspätiger Echinodermenkalk mit Trümmern von Bryozoen und Seeigeln, mit sandigen Schlieren und sandig-glaukonitischen Zwischenlagen.
(11)	4	m	schwarz bis braunbeige anwitternder, feinkörniger, glaukonitischer Sandkalk mit zahlreichen Fossiltrümmern.
(10)	11	m	bräunlich grau anwitternder, spätiger Sandkalk.
			Oberer Kieselkalk (ca. 27 m):
(9)	12	m	fast schwarz anwitternder, feinkörniger Sandkalk mit knorrigen Kieselknollen.
(8)	2	m	schwarzbräunlich anwitternder Sandkalk mit knorrig vorstehenden Kieselknollen; von senkrechten Klüften durchsetzt.
(7)	4	m	schwarzbraun anwitternder, undeutlich gebankter Sandkalk.
(6)	3	m	hellbeige anwitternder, undeutlich dünnbankiger Sandkalk.
(5)	5,5	m	dunkelgrauer, feinspätiger, von sandigen Schlieren durchzogener Kalk.
(4)	3,5	m	Lidernenschichten: dunkelgrauer, etwas mergeliger und daher leichter verwitternder Sandkalk mit fein verteilten Glaukonitkörnern, mit glaukonitärmeren Lagen wechsellagernd.
			Unterer Kieselkalk (ca. 34 m):
(3)	4	m	bräunlich beige anwitternder, spätiger, grauer Sandkalk, massig.
(2)	26	m	schwarzgrauer bis beigegrauer, feinspätiger Sandkalk mit knorrig vorstehenden Kieselknollen, undeutlich gebankt.
(1)	4	m	bräunlich beige anwitternder, undeutlich schieferiger, feinkörniger Sandkalk; schlecht aufgeschlossen, besonders dessen Basis.
			Valanginiankalk: hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk.

Profil durch Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes, Altmann- und Drusbergschichten der Hochflue-Schuppe am Weg Egg–Hochflue, Koo. (1): 685590/207330/1510, (15): 685600/207240/1580

			Unterer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, dickbankiger Kalk.
			Drusbergschichten (ca. 43 m):
(15)	6	m	gelblich grau anwitternde, schlecht gebankte Kalke mit Mergelzwischenlagen, die gegen oben immer mehr an Bedeutung verlieren.
(14)	5,5	m	graubeige anwitternde Mergelkalke mit ellipsoidischen, kalkreicheren Knollen.
(13)	0,6	m	feinschieferige, griffelig brechende, dunkelgraubraune Mergel, eine deutliche Hohlkehle bildend.
(12)	2	m	ausserordentlich fossilreiche, mergelige Kalke mit massenhaft *Aetostreon latissima* (LMK.), grossen Terebrateln und vereinzelten grossen Rhynchonellen. Ein in der Schutthalde gegen das Tal hinab aufgefundenes Exemplar von *Cymatoceras plicatum* (FITTON) stammt mit grösster Wahrscheinlichkeit aus diesem Niveau.

0,6 m hell anwitternder Kalk mit vereinzelten Requienien.

0,7 m graubeige anwitternder, schwach mergeliger, oolithisch-spätiger Kalk.

hell silbergrau anwitternder Schrattenkalk mit massenhaft Requienien, kleinen Terebrateln und vereinzelten Milioliden.

Drahtseiltraverse in ca. 1610 m.

durch Mittlere Kreide, Seewerkalk und Complanatakalk der Hochflue-Schuppe bei Bürglen, 1 km S von Vitznau, Koo. (1): 679350/205980/480, (8): 679400/205930/500

Hohgantschiefer (Kontakt nicht aufgeschlossen).

8 m Complanatakalk: grauer, schwach glaukonitischer, spätiger Kalk mit *Nummulites millecaput* Boubée, *N. helveticus* Kaufm. und kleineren Nummuliten (A- und B-Formen), *Discocyclina discus* (Rütim.) und *Ostrea gigantea* Sol. im unteren, *Assilina exponens* (Sow.), *A. spira* de Roissy und massenhaft *Nummulites uroniensis* Arn. Heim (A- und B-Formen), *Tubulostium spirulaeum* (Lmk.), kleinen *Chlamys* und kleinen rundlichen Schwämmen im oberen Teil; mit scharfer Grenze dem Seewerkalk aufliegend.

3[1]) m Seewerkalk: grauer, feinkristalliner, flaseriger Kalk mit Tonhäuten.

0,8 m »Überturrilitenschicht«: seewerartiger Kalk mit feinverteilten, gegen oben immer spärlicher werdenden Glaukonitkörnern.

1 m Turrilitenschicht: dunkelgrüner, stark glaukonitischer, kalkreicher Sandstein mit Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen, vor allem Mariellen; Glaukonit gegen oben schlierenartig abklingend, mit Neohiboliten.

(7) 11 m gelbliche, glaukonitarme, sandige Mergelschiefer mit gegen oben abnehmendem Sandgehalt, hervorgehend aus (6).

(6) 3,5 m fleckig rostbraun-graubraun anwitternder, beige-grauer Mergelschiefer, glaukonitreich, deutlich gebankt; durch allmählichen Übergang hervorgehend aus (5).

(5) 6 m Hohgantschiefer: fleckig, rostigbraun-graubraun anwitternder Mergelschiefer, glaukonitsandig, mit rötlicher Verwitterungskruste; Markasitkonkretionen; gegen oben allmählich blättrig werdend, mit Discocyclinen.

(4) 7 m fleckig grau-braun anwitternder, feinkörniger Quarzsandstein mit grossen, feinverteilten Glaukonitkörnern und Schlieren von groben, milchigen Quarzkörnern. In der entkalkten, rostbraunen, 1—2 cm dicken Verwitterungskruste: *Nummulites uroniensis* ARN. HEIM — A- und B-Formen —, Hohldrücke von Assilinen und von Discocyclinen und herausgewitterte Austernfragmente.

(3) 5 m bräunlich anwitternder, dunkelgrau-grünlicher Spatkalk mit feinverteilten Glaukonitkörnern und glaukonitreichen Schlieren; mit *Assilina exponens* SOW./*A. mammilata* D'ARCH., *Assilina spira* DE ROISSY/*A. subspira* DE LA HARPE, *Nummulites millecaput* BOUBÉE/*N. helveticus* KAUFM. (vereinzelt), *Nummulites uroniensis* ARN. HEIM, A- und B-Formen (massenhaft), *Nummulites distans* DESH./*N. tchihatcheffi* D'ARCH. et HAIME (in höheren Niveaus), *Ostrea gigantea* SOL. (sehr zahlreich) und *Tubulostium spirulaeum* (LMK.).

(2) 15 m silbergrau anwitternder, im Bruch beiger, oolithischer, miliolidenreicher Schrattenkalk. Durch allmähliche Abnahme der lagigen Sandschlieren hervorgehend aus (1).

(1) 5 m lückenhaft aufgeschlossene, feinsandige Orbitolinenschichten; darunter grasbewachsener Gehängeschutt.

Profil durch den Valanginiankalk der Urmiberg-Schuppe am W-Grat des Vitznauerstockes S Wissiflue, Koo. (1): 680450/206320/970, (8): 680350/206050/940

Kieselkalk: dunkel beigegrau anwitternder, feinkörniger, schieferiger Sandkalk; Kontakt mit (8) nicht aufgeschlossen.

Oberer Valanginiankalk (ca. 32 m):

(8) 8 m schlecht aufgeschlossener, hellgrau anwitternder, feinspätiger Kalk.

(7) 5 m undeutlich dünnbankiger, feinspätiger Kalk mit vereinzelten schwarzen Kieselknollen.

(6) 2 m hellgrau anwitternder, undeutlich gebankter Kalk.

(5) 9 m hellgrau anwitternder, undeutlich gebankter, feinspätiger Kalk mit schieferigen Schichtfugen.

Spitzernmergel (ca. 20 m):

(4) 6 m Wechselfolge von braunbeigen Mergeln und hellbeigegrauen Kalkbänken.

(3) 11 m bräunliche Mergel mit vereinzelten, mehr gelblich anwitternden Kalkbänken, sehr schlecht aufgeschlossen.

(2) 3 m regelmässige Wechselfolge von Mergelkalkbänken mit ebenso mächtigen Mergelzwischenlagen; Kalkbänke gegen oben allmählich vermergelnd.

Spitzernkalk (ca. 20 m):

(1) 20 m sehr regelmässige Wechsellagerung von gelblich grau anwitternden, feinspätigen, ca. 15—25 cm mächtigen onkoidischen Kalkbänken mit beigegrau anwitternden, nur ca. 4—8 cm mächtigen Mergelzwischenlagen.

Valanginianmergel: An der Profilstelle — wie fast überall am Vitznauerstock — sehr schlecht aufgeschlossen. Am Grat, der sich von der Fälmisegg zur Gipfelpyramide aufschwingt, stehen hellgelblich grauer, fossilreicher Mergelkalk mit *Chlamys, Pinna robinaldina* D'ORB., *Exogyra couloni* (D'ORB.) und kleinen Terebrateln und, 20 m tiefer, bräunlich graue Mergel mit *Arctostrea rectangularis* (ROEM.) und Belemniten an.

Profil durch Altmann- und Drusbergschichten der Urmiberg-Schuppe N Timpel, Koo. (1): 687670/207500/1150, (5): 687730/207480/1150

Unterer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, oolithischer Kalk.

Drusbergschichten (ca. 40):

(3) 3,5 m mergelige Kalke mit Mergelzwis.enlagen, die gegen oben immer schmächtiger werden, lückenhaft ufgeschlossen, mit *Aetostreon* und Terebrateln.

(4) 15 m Wechselfolge von beigebräunlichen Mergellagen mit kalkreicheren, anfangs noch deutlich knollig-laibförmig struierten Bänken.

(3) 10 m knollig-laibartige Mergelkalke.

(2) 12 m hellgrau bis schwach gelblich anwi ternde, dünnschieferige Mergel mit vereinzelten Belemniten.

(1) 5,5 m Altmannschichten: graubei e bis grünlich braun anwitternder, mergeliger, äusserst glaukonitrei r Sandkalk mit glaukonitärmeren Zwischenlagen, mit Crioceraten, B mniten und unbestimmbaren Fossilresten; durch Aufnahme von Gla tonit aus der Echinodermenbrekzie hervorgehend.

Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes: hell gelblich beige anwitternder, feinspätiger Echinodermenkalk mit sandigen, glaukonitreichen Zwischenlagen.

Profil durch die Unteren Orbitolinenschichten der Urmiberg-Schuppe NE der Zünggelenflue, Koo. (1): 690000/209 10/620, (8): 690000/209130/675

Oberer Schrattenkalk: hell silbergrau anwitternder, spätiger Kalk, überhängende Wand bildend.

Untere Orbitolinenschichten (ca. 32 m):

(8) 2 m knolliger, feinspätig-oolithischer, beiger Kalk mit vereinzelten lagigschlierigen Sandnestern.

(7) 0,6 m oolithischer, schwach mergeliger Kalk mit sich verlierenden Sandschlieren, aus (6) hervorgehend.

(6) 1 m bräunlicher, schwach eisenschüssiger, feinkörniger Sandstein mit Kreuzschichtung.

(5) 0,7 m braun anwitternder, dünnschieferiger i.

(4) 25 m sehr schlecht aufgeschlossener, steiler, Talus. knorriger, brauner Sandstein, von bra i feinspätiger Kalk, oolithischer Kalk m n n teln und *Pygaulus*, onkoidischer Kalk m mergeliger Kalk mit rötlichen und grau t

(3) 0,5 m feinspätiger, etwas mergeliger, grümel o grau anwitternd.

1 m sehr schlecht aufgeschlossene Mergelzone.
1,5 m oolithischer, bräunlich grauer Miliolidenkalk.

Unterer Schrattenkalk: hellgrau anwitternd, steilwandbildend.

ofil durch die Mittlere Kreide der Urmiberg-Schuppe am Grat zwischen Ränggen und Zünggelenflue, Koo. (1): 688970/208230/990, (8): 688970/208220/1000

Seewerkalk: hellgrauer, feinkristalliner, von schwarzen Tonhäuten durchzogener, flaseriger Kalk, undeutlich gebankt.

1,2 m «Überturrilitenschicht»: grauer, seewerartiger Kalk mit Glaukonitkörnern, welche gegen oben immer spärlicher werden, vereinzelte Neohiboliten.

0,8 m Turrilitenschicht: glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen: *Stoliczkaia*, Mariellen, *Lechites*, Hamiten sowie Neohiboliten; Glaukonit- und Sandgehalt gegen oben schlierenartig abnehmend.

0,8 m Aubrigschicht: dunkelgrüner, kalkknollenfreier, äusserst glaukonitreicher Sandstein mit bräunlicher Verwitterungskruste.

3 m Knollenschichten: dunkelgrüner Glaukonitsandstein mit grauen, stärker zurückwitternden Kalkknollen, die gegen oben kleiner und spärlicher werden.

3 m Twirrenschichten: glaukonitischer Kalksandstein wechsellagernd mit glaukonitärmeren, heller anwitternden Kalkbänken, gegen oben knollig werdend.

6,5 m Flubrigschichten: graugrün anwitternde, glaukonitische Mergelschiefer mit eingelagerten, glaukonitärmeren Kalkbänken, oberer Teil schlecht aufgeschlossen.

1 m Albian-Basisbildungen nicht aufgeschlossen.

9 m Brisibreccie: fleckig bräunlich grau anwitternder, grauer, grobspätiger Echinodermenkalk mit bräunlichen, eisenschüssigen, sandig-glaukonitischen Schlieren, deutlich gebankt, stellenweise mit massenhaft kleinen Fossiltrümmern; mit scharfer Grenze dem Oberen Schrattenkalk aufliegend.

Oberer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, requienienreicher Kalk.

fil durch Schrattenkalk und Mittlere Kreide der Urmiberg-Schuppe er Kirche von Gersau, Koo. (1): 683060/205170/460, (12): 683050/204910/440

Seewerkalk: hell silbergrauer, feinkristalliner Kalk, von dunklen, subparallelen Tonhäuten durchzogen.

0,4 m «Überturrilitenschicht»: seewerartiger Kalk mit feinverteilten Glaukonitkörnern; stellenweise fehlend.

0,5 m Turrilitenschicht: stark glaukonitischer Fossilkondensationshorizont mit schlecht erhaltenen Steinkernen von Mariellen, *Stoliczkaia*, stellenweise Massenvorkommen von Neohiboliten; stellenweise fehlend.

0,8 m Aubrigschicht: extrem glaukonitischer, kalkknollenfreier, fossilarmer Sandstein; stellenweise fehlend.

(9) 3 m Knollenschichten: hellgrün anwitternder, feinkörniger, glaukonitischer Sandkalk mit ellipsoidischen Knollen; gegen oben glaukonitreicher werdend und — wo die höheren Glieder der mittleren Kreide fehlen, wie an der Strasse — deutliche Aufarbeitungserscheinungen zeigend und durch schlierenartiges Sich-Verlieren des Glaukonites rasch in Seewerkalk übergehend.

(8) 2 m Twirrenschichten: kalkiger Glaukonitsandstein.

(7) 4,5 m Flubrigschichten: graubeige bis grünlich braun anwitternde, schwach glaukonitische Mergelschiefer, nach oben in (8) übergehend. An der Basis glaukonitischer Kalksandstein mit zwei Horizonten von Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen mit *Inoceramus concentricus* PARK. und verwandten Formen, *Semisolarium*, Pleurotomarien, Neohiboliten, *Douvilleiceras* und *Hoplites*.

(6) 0,3 m Durschlägi-Fossilschi[illegible]: Fossilkondensationshorizont mit massenhaft Phosphoritknollen [illegible]schlecht erhaltenen Fossilsteinkernen.

(5) 0,1 m glaukonitischer Kalksandstein [illegible]scharfer Grenze auf (4) aufliegend.

(4) 24 m Brisibreccie: bräunlich [illegible]ternder, grobspätiger, glaukonitischer Echinodermenkalk mit reich[illegible]andig-glaukonitischen Bändern und Schlieren. An der Basis san[illegible]aukonitisch mit zahlreichen kleinen Phosphoritknollen und gerol[illegible]Fossilsteinkernen: kleinen Rhynchonellen, Belemniten, *Chelonicera*[illegible]t scharfer Grenze dem Oberen Schrattenkalk aufliegend. Etwa 2 m i[illegible]der Basis etwa 3,5 m stark glaukonitisch, mit knolligen, glaukonit[illegible]eren Bezirken an Brisisandstein erinnernd.

(3) ~ 50 m Oberer Schrattenkalk: [illegible]ellgrau anwitternder, spätiger Kalk; zu oberst ausserordentlich reich an Schalentrümmern: Requienien, Agriopleuren, Austern, Rhynchonellen und Belemniten.

(2) ~ 25 m Untere Orbitolinenschichten: in Gersau selbst schlecht aufgeschlossen.

(1) ~ 60 m Unterer Schrattenkalk.

Die Fortsetzung der Randketten-[illegible]emente gegen Westen

Zwischen Vierwaldstättersee- und Thunersee liegen über eine Distanz von 40 km mächtige Flyschmassen, die — zusammen mit den Alluvionen der Sarner Aa und dem Sarner See — die tektonischen Zusammenhänge zwischen den Kreideketten der Zentralschweiz und denjenigen des Berner Oberlandes weitgehend verhüllen. Lediglich die Elemente des Pilatus (cf. p. 131) lassen sich, wie bereits A. BUXTORF (1908: 187, 1910: 14) dargelegt hat, über Schimberg–Schafmatt–Grönflue–Schrattenflue–Hohgant–Trogenhorn–Sieben Hengste–Sigriswilergrat/Niederhorn gesichert bis an den Thunersee verfolgen, während die von P. BECK (1911) und A. BUXTORF (1916) angen[illegible]ne Verbindung Bürgenstock–Muoterschwanderberg–Sibeneich–Landenb[illegible]it egg-Gewölbe W von Interlaken bereits bedeute[illegible] eher ist der Muoterschwanderberg mi[illegible] Oberland erst dem nächst südlichen Strukturel[illegible] wölbe vorgelagerten Hutmad-Falte gleichzuse[illegible] S des Thunersees schon im Hohgantsandstein-Ge[illegible]

Die Randketten-Elemente im Berner Oberland und in der westlichen Zentralschweiz

W								E
S des Thunersees			N des Thunersees				Zentralschweiz	
Standfluh	Birchenberg	Wolfholz	Sigriswilergrat/ Niederhorn	Hohgant	Schrattenflue	Schafmatt	Risetenstock	Klimsenhorn/ Tomlishorn
Wetterlatte	Greberegg	Buchholzkopf	Waldegg					Matthorn–Krummhorn
Höchst	Hutmad	Leewald					Landenberg/ Foribach	Muoterschwanderberg
Dreispitz	Morgenberghorn	Harder					Hohe Brücke	

gen, sowie in der spitzen Hohgantschiefer-Globigerinenschiefer-Aufwöl-
von Telliweiden und Leissigbergli ab (cf. P. LIECHTI 1931, Taf. 2, Profil 1
). Bereits NE des Kientales, am Höchstschafberg, tritt die Hutmad-Falte
er steilen Scherfläche mit dem Dreispitz-Gewölbe in Kontakt.

von der Niederhorn-Platte durch den Sundlauenen-Bruch abgetrennte
degg-Gewölbe ist auf Grund der übereinstimmenden Transgres-
erhältnisse des Lutetian auf der Kreide sowie aus strukturellen Gründen
er S-Seite des Thunersees sehr wahrscheinlich über Buchholzkopf–
regg mit der Wetterlatte zu verbinden, wie dies P. LIECHTI (1931)
an hat.

Niederhorn-Platte selbst dürfte sich über Wolfholz–Bircher-
n die Standfluh-Gruppe fortsetzen, was sowohl strukturell wie
htlich der Transgressionsverhältnisse plausibel erscheint.

nördlichste, das Element des Sigriswilergrates, bricht am N-
des Thunersees unvermittelt ab. Auf der S-Seite des Thunersees fasst
CHTI (1931, Taf. 2, Profile 5, 6, 8 und 10) die tieferen Kreidevor-
men im hinteren Suldtal, im hintersten Reichenbachtal und im
al, zwischen Flühmäder und Äusserem Längacker, als zur Wildhorn-
gehörende Schubspäne über dem Tavayannazsandstein der Diableretts-
auf. Wie die neuen Aufnahmen von W. LEUPOLD und C. COLOMBI für die
werkbauten ergeben haben, sind diese tieferen Kreidevorkommen, wie
H. GÜNZLER-SEIFFERT (1934) festgestellt hatte, durchweg als versackte

Gewölbe und Mulden in der Drusberg-Kreide zwischen Obwalden und Urnersee

W				E
W der Melchaa	**E der Melchaa**	**W der Engelberger Aa**	**E der Engelberger Aa**	**W des Urnersees**
Hohe Brücke				Seelisberg
Schluecht	*Zuben*	*Dallenwil*	***Büren ob dem Bach***	***Seelisbergseeli***
Huggeten				
Schwanden	Stüri	Oberauwald	Humligen	Niederbauen
Burgletsflue				
Helletsebnet	*Gräfimattalp*	*Diegisbalm*	***Wallibalm***	***Oberbauen–Urwängi***
Hüttmatt	Gräfimattstand	Hörnli	Plütschgen	Schwalmis
Stockalp	*Hinter Schafberg*	*Laucheren*	***Brisen***	

Senkrechte Schrift = Gewölbe, Schrägschrift = Mulden

), P. ARBENZ (1905, 1907b, 1911, 1912a, 1913a, 1934) und G. NIETHAMMER in A. BUXTORF et alii). Dadurch konnte die im Querschnitt des Urnersees s von L. F. MARSILI, den beiden Brüdern SCHEUCHZER, K. F. LUSSER und HEIM gezeichnete Faltentreppe — Seelisberg-Falte, Niederbauen-Falte chwalmis-Falte — durchgehend bis ins Tal der Engelberger Aa und in die ldner Alpen verfolgt werden.

eingehenden Untersuchungen H. J. FICHTER's (1934) stellten in der –Brisen-Kette nicht nur verschiedene Unstimmigkeiten richtig, sondern en eine Fülle tektonischer und stratigraphischer Einzelheiten. Der an der dieser südhelvetischen Kreidefalten, an der Schrindi, am Maisander und itzistein, mitgeschleppte Malm — Schiltschichten und Quintnerkalk — als zu mehreren Schuppen zusammengestaucht erkannt, wobei die be- us der Kartierung und den Profilen von A. TOBLER und G. NIETHAMMER BUXTORF et alii 1916) hervorgehende Zugehörigkeit zur Drusberg-Decke . J. FICHTER bestätigt wurde. ARN. HEIM (in ALB. HEIM 1921: 422) hatte Malm noch als Stirn der Axen-Decke betrachtet, der sich, analog der am Dejenstock, in die Valanginianmergel der Drusberg-Decke eingebohrt

hrend P. ARBENZ (1912a: Taf. 3; 1913a: 33, Taf. 2; 1934a: Taf. 1 und 2) die berg-Falte von den beiden höheren Falten abtrennte und mit der Reder- ecke der Wägitaler Berge in Zusammenhang brachte, bestand für H. J. ER (1934: 106) kein zwingender Grund für eine analoge Abtrennung der

können wir uns bei der Beschreibung dieses Abschnittes auf das Wesentlichste beschränken.

Die tiefen Taleinschnitte des Urnersees, der Muota und des Riemenstaldenbaches bieten recht gute Einblicke in den geologischen Bau dieser Ketten, so dass die Tektonik des Fronalpstockgebietes schon verhältnismässig früh erkannt wurde.

In den benachbarten Sihltaleralpen galt zunächst die Aufmerksamkeit der Erforschung der Iberger Klippen und ihrer Deutung; doch wurde auch dem Bau der helvetischen Ketten bereits von den ersten Bearbeitern — ARN. ESCHER, F. J. KAUFMANN (1877) und E. C. QUEREAU (1893) — Beachtung geschenkt und deren Tektonik in den Hauptzügen richtig erfasst. Durch A. OCHSNER (1921) und A. JEANNET (1934, 1935, 1941) wurden ihre Erkenntnisse noch verfeinert und LUGEON's Interpretation von einer in mehrere Falten gelegten Decke mit einem deutlichen Stirngewölbe am Fluebrig, der «Nappe du Fluhberg», bestätigt, so dass die Drusberg-Kreide von A. OCHSNER (1921: 65) als «von ihrer Unterlage abgeschürft, auf den Valanginianmergeln selbständig nach N verfrachtet» betrachtet wurde.

Bereits ALB. HEIM (1891: 42ff.) unterschied zu beiden Seiten des Urnersees mehrere sich entsprechende Strukturelemente:

W des Urnersees	E des Urnersees
Seelisberg-Gewölbe	Axenstein-Gewölbe
Seelisbergseeli-Mulde	*Morschacher-Mulde*
Niederbauen-Gewölbe	Fronalpstock-Gewölbe
Oberbauen-Mulde	*Furggelipass-Mulde*
Schwalmis–Brisen-Gewölbe	Hauserstock-Gewölbe
	Krauterenalp-Mulde

ALB. HEIM führte allerdings — hinsichtlich des Gebirgsbaues streng der Faltentheorie folgend — E des Urnersees noch ein weiteres, nach S überliegendes Gewölbe an, das Klingenstock-Gewölbe. Seine Nichtexistenz wurde jedoch bereits von P. ARBENZ (1905: 40) dargelegt. Immerhin lässt sich am Chlingenstock, besonders deutlich am Hengst, ein gegen S abnehmendes N-Fallen der Schichten beobachten.

Im Gebiet von Morschach konnte P. ARBENZ (1905a: 46ff.) drei bedeutendere, generell NNE-streichende Brüche feststellen, deren Verlauf neulich von W. BRÜCKNER (1956: 394ff.) neben der Aufdeckung einiger weiterer derartiger Verwerfungen noch etwas präzisiert werden konnte. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, sind diese Störungen zum Teil sicher als Streckungsbrüche zu interpretieren (cf. W. BRÜCKNER 1956), andererseits stehen sie, namentlich der östlichste, eine deutliche Bruchüberschiebung, ohne Zweifel mit der ebenfalls von mehreren Brüchen durchsetzten «Querflexur» der Muotaschlucht in Zusammenhang, wofür auch die von S nach NE von 50 auf 80 m ansteigende Sprunghöhe spricht.

All die Gewölbe und Mulden des Urnersee-Profils wurden bereits von Alb. Heim (1891) und P. Arbenz (1905) weiter nach E verfolgt, von Alb. Heim al autochthone Falten in «Nordfacies», von P. Arbenz mit M. Lugeon dagegen al Teilelemente der «Oberen Glarner Schubmasse», der späteren Drusberg-Deck Arn. Heim's.

Während beide Autoren, später auch E. Ganz (1912), das Axenstein Gewölbe gegen E in dasjenige des Gibel fortsetzen lassen möchten, bring P. Arbenz später (in A. Buxtorf et alii 1916 und 1934: 757) das Gibel-Gewölbe «das am Quertal der Muota mit Axialflexur rasch herabkommt», mit dem vor deren Teil des Fronalpstock-Gewölbes (IIa im Profil 1 in A. Buxtorf et al 1916) in Zusammenhang. P. Arbenz konnte S vom Schlattli, der Talstation de Stoosbahn, eine Mulde von Mittlerer Kreide und von Seewerkalk beobachten die er richtig als südwestliche Fortsetzung der Chlingentobel-Synklinale deutet Über dem Oberen Schrattenkalk des auch noch S der Muota sich abzeichnen den Gibel-Gewölbes stellen sich effektiv Brisibreccie, Gault und Seewerkalk ein (cf. P. Arbenz 1905a: Taf. 2). Mit scharfem Schubkontakt folgt darüber ste überkippt liegender Schrattenkalk des ins Stooshorn und weiter in den nörd lichen Fronalpstock sich fortsetzenden Fallenflue-Gewölbes.

Da P. Arbenz (1934a) den Urmiberg über die Aubrige mit der Risetenkett verbindet (cf. p. 145/146), ergibt sich für die Parallelisation der südlichen Ele mente nur die eine Möglichkeit:

Axenstein–Bockmattli
Fronalpstock–Fluebrig

Dieser Auffassung folgte später auch A. Jeannet (1941: Taf. 3), indem er da Axenstein-Gewölbe unter der Synklinalstruktur des Grossen Mythen und unter Unteriberg–Studen–Mutzenstein mit dem Bockmattli-Gewölbe in Zusammenhang brachte, ebenso R. Staub (1954). Nach A. Jeannet (1941: 16) könnte das Frontal-Gewölbe allenfalls dem Gibel-Gewölbe entsprechen.

Wie aus stratigraphischen Vergleichen und tektonischen Überlegungen hervorgeht, ist aber das Axenstein-Gewölbe mit dem Gibel-Gewölbe zu korrelieren, wie dies bereits Alb. Heim (1891) und P. Arbenz (1905a) dargelegt haben. Das Gibel-Gewölbe taucht E des Windstockes (3 km ESE von Schwyz) unter die Serie der Iberger Klippen und ist ohne Zweifel unter dem Brünnelistock und der Ibergeregg hindurch mit dem im Fallenbach WSW Oberiberg wieder auftauchenden und in den Guggerenchopf sich fortsetzenden Gewölbe zu verbinden. E der Waag setzt sich dieses Element im Gewölbe Hirschweid–Ober Schrot fort, dem schliesslich E der Sihl die prachtvolle Stirnumbiegung am Fluebrig entspricht, welche gegen W mit ziemlich starkem Achsengefälle ab taucht.

Versuchen wir noch die weiter S anschliess
folgen. Die Mulde von Morschach wi
tälern der Sihl in die Mulde von Oberiberg–Tie

Das S anschliessende Fronalpstock-Gew
pression der Iberger Klippen ebenfalls deutlicl

rkennen wir dieses Struktur-Element am Stooshorn, N der Muota in dem von ehreren Querbrüchen durchscherten Gewölbe der Fallenflue. Beim Eseltritt, ,5 km S der Ibergeregg, taucht dieses Gewölbe unter die Flyschunterlage der chijen. Dabei lässt sich an dessen N-Rand eine listrische Abscherung im Streihen beobachten. Während im W, im Gebiet von Chaisten, der Flysch praktisch n den Schrattenkalk stösst, stellen sich S Hand gegen E rasch höhere Kreidetufen ein.

Mit dieser Erscheinung dürften auch die bereits von G. L. SMIT SIBINGA (1921: 0) am S-Fuss des Grossen Mythen festgestellten Schubfetzen von Seewerkalk und Amdenerschichten und von Amdenerschichten im hintersten Alptal nd im Zwäckentobel in Zusammenhang gebracht werden. Diese dürften effekiv von der Stirnfalte der Drusberg-Decke, vom Gibel-Gewölbe, abgerissen und ordwärts verfrachtet worden sein, lässt sich doch im Bereich zwischen Wernisrg und Windstock feststellen, dass die Serie nach oben meist mit dem Oberen chrattenkalk abschliesst. Lediglich zwischen Mettli und Huloch, SSE von lickenbach, stellt sich noch mittlere Kreide, Brisisandstein, Brisibreccie und ault, ein.

E der Depression der Iberger Klippen dürfte das Fallenflue-Gewölbe demenigen von Nollen–Schlipfauweid–Schwarzstock–Farenstock–Leiterenstollen ntsprechen, das damit im unteren Chäswaldtobel SSW von Oberiberg wieder uftauchen würde und sich noch bis ins obere Sihltal verfolgen liesse.

Die Mulde zwischen Fronalpstock und Huserstock, die Furggelimulde, lässt sich, wie schon aus den Aufnahmen von P. ARBENZ mit aller eutlichkeit hervorgeht, über Teufböni–Blüemlisegg–Weidli ins Muotatal verolgen. Auf der N-Seite des Muotatales erkennen wir dieses Element wieder n der weiten, gegen NE axial ansteigenden Mulde von Illgau.

Das Gewölbe des Huserstocks fällt über Mettlersweid–Charenlingel ebenfalls axial gegen das Muotatal ein und steigt N der Muota in der uckelartigen SW–NE streichenden Aufwölbung des Bergli (E von Illgau) ieder an. Weiter gegen NE verliert dieses Element immer mehr an Bedeung, so dass W der Windegg und des Spirstocks, auf Hesisbol und Chäseren, ur noch eine einzige weitradige Mulde existiert.

Die grosse, von Alttertiär erfüllte Mulde von Näppenalp–Chruerenwald fände damit in der muldenartigen Verflachung von Hinter Oberberg–Ilgisalp ihre nordöstliche Fortsetzung.

Das südlichste Element, die sanfte, gewölbeartige Umbiegung im Hengst, liesse sich mit ähnlichen Strukturen am Forstberg, am Twäriberg und am Rütistein in Zusammenhang bringen.

Die schon am Fronalpstock sich abzeichnende Gipfelüberschiebung (cf. P. ARBENZ 1905a: 53, Fig. 22) würde sich im Gebiet der Quelltäler der Sihl mit der Überschiebung an den Bockeggen ENE des Roggenstocks und, E der Waag, mit den nordwärts überkippten Gewölben der Totenplangg, des Wannenstocks und des Biet parallelisieren lassen.

Als Jura-Unterlage der Drusberg-Kreide fällt vor allem die Ortstock- und die Höch Turm-Schuppe in Betracht (cf. p. 27). Der frontale Teil — das Stirn-

ölbe und Mulden in der Drusberg–Churfirsten-Kreide

Urnersees	E des Urnersees	N der Muota	Minster–Chäswald	W der Wa
berg	Axenstein	Gibel	Fallenbach	Guggeren
bergseeli	*Morschach*	*Chlingen-Tobel*	*Minster*	*Oberiberg*
	Fronalp		Nollen	Schlipfauv
rbauen	———	Fallenflue	———	———
	Fronalpstock		Chäswald	Roggenegg
auen–Urwängi	*Furggeli*	*Illgau*		
lmis	Huserstock	Bergli	*Seebli*	
	Näppenalp–Chruteren	*Hinter Oberberg*		
	Hengst			

echte Schrift = Gewölbe, Schrägschrift = Mulden, —— Scherflächen

W der Sihl	E der Sihl	Redertenkette	Wiggis–Fridlispitz	E N des Walensees
Ober Schrot	Fluebrig	Schiberg– Bockmattli	(Riseten)	(Durschlägi)
fäderenegg	*Firsten*	*Hohfläschen Matt*	*Obersee*	*Amden*
k Leiterenstollen	Gantspitz	Zindlenspitz		Chapf
Ober Weid	*Wänifirst*	*Redertenalp*		*Leiboden*
Biet	Fläschenspitz	Muttriberg	Rautispitz	Churfirsten
Hinter Ofen	*N Saasberg-pass*	*Ochsenchopf*	*Rauti*	*Sichelchamm ?*
Twäriberg	Rütistein			

7	m	knollige Mergelkalke mit schieferigen Mergelzwischenlagen.
2,5	m	dünnschieferige, dunkelgraubeige Mergelschiefer.
20	m	knollige, von bräunlichen, tonigen Schlieren durchzogene Mergelkalke mit verrosteten Markasitkonkretionen; durch Mergelzwischenlagen in einzelne Bänke unterteilt.
2	m	dunkelgraue, weiche Mergelschiefer.
7	m	hellgraubeige anwitternde, dünnschieferige Mergelschiefer mit verrosteten Markasitkonkretionen.
2,5	m	Altmannschichten: dunkelgrauer, schwach mergeliger, glaukonitisch-schlieriger Kalk.
		Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes (ca. 45 m):
2	m	feinspätiger Sandkalk, durch immer stärkeres Auftreten von Glaukonit in (35) überleitend; N-Portal des Schiferenegg-Tunnels.
15	m	feinspätiger, dickbankig bis massiger Sandkalk.
20	m	spätiger, wiederum etwas dickbankiger Sandkalk mit vereinzelten Spatangen-Querschnitten.
8	m	knollig struierter Sandkalk; steil S-fallende Bruchfläche.
		Oberer Kieselkalk (ca. 160 m):
7	m	etwas dünner gebankter Sandkalk mit deutlichen Schichtfugen.
5	m	wieder etwas deutlicher gebankter Sandkalk.
26	m	dickbankig bis massiger Sandkalk; an der Basis noch etwas knollig struiert.
10	m	knollig struierter, feinspätiger, regelmässig gebankter Sandkalk.
22	m	durch Auskleidung verhüllt.

(25)	16	m	schwarzbraunbeige anwitternder, knollig-schieferiger Sandkal bräunlichen, tonigen Schlieren durchzogen, stark an Drusbergsc erinnernd; S-Portal des Schiferenegg-Tunnels.
(24)	38	m	feinkörniger, deutlich gebankter Sandkalk.
(23)	34	m	graubeige anwitternder, knollig struierter, spätiger Sandkalk, vor lelen Klüften durchsetzt.
(22)	4	m	Lidernenschichten: rostbraun bis bräunlich oliv anwit deutlich glaukonitischer Sandkalk mit kleinen Phosphorittrü Toxastern und Belemniten; Glaukonit schlierenartig verteilt, geg allmählich abklingend.
			Unterer Kieselkalk (ca. 310 m):
(21)	31	m	grau anwitternder, massiger, feinkörniger Sandkalk, noch deutlich struiert; durch zwei ausgeprägtere Schichtfugen dreigeteilt.
(20)	15	m	hellbräunlich beige anwitternder, gebankter, deutlich knollig st Sandkalk mit tonigen Schlieren.
(19)	21	m	hellbeige anwitternder, knollig struierter Sandkalk, etwas dickba
(18)	15	m	knollig struierter, gebankter Sandkalk; im untersten Teil mit *aptychus didayi* (Coq.).
(17)	44	m	bräunlich beige anwitternder, dünnbankiger Kalk mit schi Schichtfugen.
(16)	8	m	undeutlich dünnbankig bis schieferiger Sandkalk.
(15)	4	m	dunkelgraubeige bis beigebraun anwitternder, etwas feinsandr Sandkalk.
(14)	16	m	graubeige anwitternde, knollig struierte, dünnbankige Sandkalkfo
(13)	6	m	allmählicher Übergang in (14).
(12)	62	m	deutlich gebankter, gegen oben allmählich knollig werdender, fei

neben anderen Fossilien mehrere Exemplare von *Pygope diphyoides* (D'ORB.), womit das Valanginianalter dieser Kalkserie sichergestellt sein dürfte.

Kreideketten zwischen Sihl und Linth

Bereits ARN. ESCHER hatte die Kreideketten zwischen dem Oberlauf der Sihl, dem Klöntal und der Linth, wie aus seinen Tagebuch-Aufzeichnungen hervorgeht, wiederholt geologisch durchstreift. So erkannte ESCHER am Wiggis schon 1859 (Tagebuch X: 2068) zwei übereinanderliegende Kreideserien, eine untere, mit einer Doggerbasis, und eine obere, über einem Band von Nummulitenkalk einsetzende.

Eine erste zusammenfassende Darstellung der Geologie dieses Gebirgsabschnittes verdanken wir C. BURCKHARDT (1896). BURCKHARDT wies darin namentlich auf die bedeutende Faziesdifferenz hin zwischen der ersten Kette N des Klöntalersees, der Dejenkette, und der Wiggisbasis, seiner «Südfacies», einerseits und den Ketten des Fluebrig, des Redertenstockes und des Wiggis-Oberbaues, seiner «Nordfacies», andererseits. Als Grenze der beiden Faziesräume nennt BURCKHARDT die «Eocänzone» Pragel-Dejen-Näfels.

Da die Dejenkette mit ihrer «Südfacies» eng an die Kreide der Silberen und des Glärnisch anschliesst, brachte sie C. BURCKHARDT auch tektonisch damit in Zusammenhang. Er betrachtete sie als schmal gedrücktes, nach N überliegendes Kreidegewölbe, welches der Eozänzone Pragel-Näfels aufruht. Den normal liegenden S-Schenkel verband BURCKHARDT über das Klöntal mit dem von A. BALTZER und ALB. HEIM dargestellten liegenden Faltensystem des Glärnisch; den überkippten N-Schenkel liess er um eine knieförmige Biegung in die N-fallende Basisserie des Wiggis fortsetzen. Da die Eozänzone Pragel-Näfels zwei stark verschiedene Faziesgebiete trennt, erwog C. BURCKHARDT immerhin, ob nicht diese im Sinne der BERTRANDschen Überschiebungstheorie mit dem Eozän am E-Fuss des Glärnisch und der südlichen Glarneralpen zusammenhängen, Glärnisch und Dejenkette somit einer grossen, von S über dieses Eozän geschobenen Falte angehören könnten.

Einen wesentlichen Fortschritt in der tektonischen Deutung der Dejenkette brachte die Erkenntnis J. OBERHOLZER's (1908, 1910, 1919, 1933), wonach diese, als einfache, von den Zementsteinschichten bis in die eozänen Globigerinenschiefer reichende, nach N überliegende Schichtreihe nicht als Bestandteil der Wiggis-Basis (Mürtschen-Decke) aufgefasst werden darf, da sie mit dieser flach N-fallenden Basisserie gar nicht zusammenhängt, sondern von ihr durch eine Überschiebungsfläche getrennt wird. Für J. OBERHOLZER konnte somit die Dejen-Kreide nur das Stirngewölbe einer höheren Decke darstellen. Er verband sie daher über den Klöntalersee hinweg und über Richisau-Silberen-Rossmattertal mit der Axen-Decke des Glärnisch, mit der auch die Faziesverhältnisse in Einklang stehen.

R. STAUB (1954: 62) möchte das Dejengewölbe «mehr als Stirn einer rein sekundären, aus dem weiteren Deckenrücken der» Axen-Decke vorgeschürfte

«Abscherungsplatte» auffassen, «die, ausgelöst in den Zementsteinschichten der Glärnischmauer, als blosse Sonderscholle dem Rücken der „externen Axendecke", das heisst der Mürtschenserie des Wiggis sich aufschob». Wie die neuen Untersuchungen gezeigt haben, handelt es sich dabei effektiv «um jene einfache Rückenkomplikation, die schon LUGEON und BURCKHARDT im Rücken der Wiggisbasis-Schichtreihe angenommen hatten». Sie ist, durchaus im Sinne OBERHOLZER's gebaut und muss tiefgreifender abgetrennt werden. Doch verläuft diese Trennung nicht, wie R. STAUB annimmt, in die Zementsteinschichten der Glärnisch-N-Wand, was auch C. SCHINDLER (1959: 106) festgestellt hat, sondern sie zielt am Glärnisch in die Überschiebungsfläche zwischen Mürtschen- und Axen-Decke, wie dies schon J. OBERHOLZER dargestellt hatte.

Hinsichtlich des tektonischen Aufba des «Nordfacies»-Raumes fiel C. BURCKHARDT bereits eine merkwürdige instimmung der drei durch Wägital und Oberseetal gegliederten Gebi tten — Fluebrig, Rederten- und Wiggiskette — auf. Dabei betrachtete C. CKHARDT (1896: 169) die Ochsenchopf-Synklinale als westliche, längs der urche des Oberseetales nach S zurückversetzte und zugleich kräftig empo ehobene Fortsetzung der Rauti-Mulde. In der Fluebrigkette möchte er il Fortsetzung — wiederum emporgehoben und nach S versetzt — «in der G nd des Lauiberg — und dann am Twäriberg» suchen (p. 164). Ganz ähnlich ie dieses südlichste Element verhalten sich nach C. BURCKHARDT (1896: 165) uch die andern E–W-streichenden Mulden und Gewölbe: «Alle werden du las Oberseethal und Hinterwäggithal unterbrochen, alle sinken in der Wiggis und Rädertenkette nach Westen in die beiden genannten Thäler hinab und finden ihre Westfortsetzung jenseits der Thäler hoch oben und weiter südlich je in der nächstwestlichen Gebirgskette.»

Die Talfurchen des Oberseetales und des hinteren Wägitales werden von C. BURCKHARDT jedoch noch als SW–NE verlaufende Synklinalen betrachtet, da die E–W-streichenden Mulden und Gewö be der Wiggis- und Redertenkette «in den Thälern nicht an einer Verwerfun kluft» endigen, «vielmehr sinken die Gewölbe hinab und die Mulden gehen in die nordsüdstreichenden jüngeren Gesteinszonen der beiden Thäler». C. BURCKHARDT (1896: 162) betrachtete die Redertenkette ihrerseits als auf den Falten der Wiggiskette und die Fluebrigkette auf denen der Redertenkette aufliegend und glaubte deshalb die ausgedünnten Verkehrtserien des Alpeli, des Berggubel (NE bzw. SE des Fluebrig) und diejenigen E und S des Bärensolspitzes als Mittelschenkel einer zweiten, SSW–NNE verlaufenden Faltung interpretieren zu müssen. C. BURCKHARDT (1896: 164) gelangte daher zur Auffassung, «dass in den Gebirgen zwischen Linth und Sihl zwei Faltensysteme sich kreuzen».

Da M. LUGEON (1902: 784) die von C. BURCKHARDT angenor niere des zweiten SSW–NNE verlaufenden Faltensystems n konnte, glaubte er die Querfalten-Hypothese C. BURCK 's nahme von Decken ersetzen zu können: «Chacune de par fameux plis transversaux forme une digitation de la De werden im E durch die schief zum Kettenstreichen ci

hintere Wägital und das Oberseetal, brüsk abgeschnitten. «Le petit synclinal du sommet de Wiggis représente la charnière d'un pli supérieur qui forme le massif du Rädertenstock ... Enfin, plus loin, nous voyons la nappe du Rädertenstock contourner sur elle-même, former le synclinal du chaînon de l'Ochsenstock et donner lieu à une nappe supérieure encore, à celle du Fluhberg, sur laquelle elle s'enfonce.»

Durch die detaillierten Untersuchungen J. OBERHOLZER's (1908b: 548, 1919, [illegible]) wurde die Auffassung LUGEON's weitgehend bestätigt: «Die drei Ketten sind nichts anderes als drei grosse sekundäre Falten in der Stirnregion der [illegible]en Drusbergdecke, die jedoch auf eine Breite von 5—6 Km. übereinandergeschoben und abermals sekundär gefaltet sind, so dass sie den Charakter von Überfaltungsdecken angenommen haben.»

Das Studium der tektonischen Zusammenhänge der Drusberg-Decke zwischen den Quelltälern der Sihl, dem Klöntal und der Linth lässt indessen starke Zweifel an der Richtigkeit der LUGEONschen Interpretation aufkommen. Würde diese Auffassung, wonach das Schiberg–Bockmattli-Gewölbe der Rederten-Teildecke S an die Rauti-Mulde und das Fluebrig-Gewölbe der Drusberg-Teildecke wiederum S an die Ochsenchopf-Mulde anschliessen, effektiv zu Recht bestehen, dann müsste die Fazies von der Risetenkette gegen S kontinuierlich von neritischer zu bathyalerer Entwicklung verlaufen. Gewiss finden wir die neritischste Entwicklung im N, in der Risetenkette, und die bathyalste in der Mieseren–Druesberg-Kette, doch vollzieht sich dieser Übergang in jedem Teilelement in analoger Weise.

Auch müsste die Abwicklungsbreite, die im Querschnitt Druesberg–Unterberg etwa 8 km beträgt, gegen E entweder plötzlich um die Raumbreiten der Rederten-kette (Ochsenchopf–Bockmattli = 7,5 km) und der Wiggis–Riseten-Serie (= 7 km) ansteigen, um sich sogleich E der Linth wieder auf ca. 6—7 km zu verschmälern oder, wie dies in den Profilen (M. LUGEON 1902: Fig. 9 und 10, J. OBERHOLZER 1908b: 548ff., 1919, 1933: Profile 13—15, ARN. HEIM in ALB. HEIM 1921: Fig. 139 und 140, P. ARBENZ 1934a: 119, Taf. 2, Prof. 7, und A. JEANNET 1941, Taf. 2) dargestellt wird, die Wiggis–Riseten-Serie und die Rederten-Teildecke müssten sich unter der Drusberg-Decke in der Tiefe weit nach W fortsetzen, wobei die Basis der Wiggis-Serie bereits im Querschnitt des Fluebrig 500 m unter das Meeresniveau zu liegen käme. Dann wäre aber immer noch unverständlich, weshalb E des hinteren Wägitales plötzlich die ganze Drusberg-Teildecke und E des Oberseetales zudem auch noch die ganze Rederten-Teildecke fehlen würde. Ein erosiver Abtrag ganzer Deckenteile ist höchst unwahrscheinlich (cf. p. 99), um so mehr als dieser gerade längs den Talfurchen Halt gemacht haben müsste.

Ferner müssten die beiden tieferen Teillappen, die Wiggis- und die Rederten-Teildecke, unter dem Roggenstöckli, einer Klippe der Drusberg-Decke SW des Pragelpasses, als komplexe Schuppenzone zutage treten, während wir dort über dem Seewerkalk der Oberen Silberen-Decke und unter den Valanginianmergeln des Roggenstöckli lediglich ausgewalzten Diphyoideskalk antreffen (cf. p. 62).

Viel eher liegt daher auch im Abschnitt zwischen Sihl und Linth nur eine einzige Decke vor, die aber bereits vor ihrer endgültigen «mise-en-place» längs SSW–NNE verlaufender Brüche in drei Schollen zerbrach, wobei sich in der allerletzten Phase bereits eine gewisse Eigenbewegung der einzelnen Schollen abzuzeichnen begann.

Ein derartiges Zerbrechen der Drusberg-Decke in mehrere Schollen scheint keineswegs abwegig, verlaufen doch zahlreiche der bereits von J. Oberholzer (1910, 1942) kartierten Brüche, die effektiv eine bedeutende Verstellung der Schichten bewirken, ebenfalls SSW–NNE, so in der Risetenkette: am Fridlispitz und am Brunnenberg, in der Redertenkette: W des Brünnelistockes und im Gebiet des Wannenstocks und der Schwalbenchöpf.

Diese Interpretation würde nicht nur das plötzliche Enden der Riseten-Platte E von Vorder Schwändi erklären, sondern auch das Fehlen von Erosionsrelikten der Rederten-Teildecke auf der Wiggis-Serie und von solchen der Fluebrigkette auf der Rederten-Serie wäre dann verständlich. C. Burckhardt (1896: 161/162) betrachtete zwar den Umstand, dass die nordöstliche Verlängerung des SE-Abbruches der Redertenkette auf der Risetenkette bereits vor ihrem W-Ende auftrifft, als Argument gegen die Existenz einer Verwerfungskluft und für die Annahme einer Querfaltung. Wenn wir jedoch annehmen, dass das Zerbrechen der Drusberg-Decke in einzelne Teilschollen bereits vor der endgültigen «mise-en-place» erfolgte, dann ist dieses randliche Übergreifen gar nicht mehr unmöglich, sondern erklärt geradezu das treppenartige Übereinanderliegen der drei Schollen.

Die Ausbildung der beiden Stirnumbiegungen am Schiberg und am Fluebrig lässt sich ebenso gut als frontales Einrollen desselben listrisch durchscherten Schichtstosses deuten wie sie als Frontgewölbe zweier höherer Teildecken zu betrachten. Dies um so mehr, als die von H. Günzler-Seiffert (1952: 236) als Ur-Anlage zur Auftrennung in Teildecken richtig postulierten «Altbrüche» sich weder weiter im W noch weiter im E irgendwo abzeichnen, während alte, NE–SW streichende Brüche strukturell und talmorphologisch deutlich hervortreten.

In der Zusammenstellung der «Bauelemente der Glarneralpen und ihre Äquivalenzen» bringt auch R. Staub (1954) die Rederten-Decke als an der «Wäggitalerlinie über alter Bruchstufe flexurartig versenkt» mit der Drusberg-Kreide in näheren Zusammenhang.

Endlich liessen sich mit dieser neuen Deutung die zunächst vom Urnersee nur bis ins obere Sihltal verfolgten Struktur-Elemente der Drusberg-Decke noch weiter nach E verfolgen (cf. p. 139). Dem Fluebrig-Gewölbe entspräche in der Redertenkette, wie schon C. Burckhardt dargelegt hatte, das Schiberg-Bockmattli-Gewölbe, der S anschliessenden Mulde der Firsten (= Mulde von Oberiberg–Tierfäderenegg) diejenige von Hohfläschen Matt, während ihr in der Wiggis–Riseten-Serie die Oberseemulde gleichzusetzen wäre. Das Gewölbe des Leiterenstolle das sich E der Sihl im Gantspitz abzeichnet, wäre mit dem Zindlenspitz-Gewölbe der Redertenkette zu verbinden. Die N der Totenplan-

und N des Biet sich einstellende Synklinale dürfte sich in die Wänifirst-Mulde fortsetzen, die jedoch gegen E rasch an Bedeutung einbüssen würde, aber noch in der flachen Einsenkung der Redertenalp zu erkennen wäre. Die Fläschenspitz-Aufwölbung wäre derjenigen der Schwalbenchöpf und des Muttriberges und diese wiederum der Rautispitz-Aufwölbung gleichzusetzen. Die S anschliessende Mulde N des Twäriberges, die N des Rütisteins zum Saasbergpass verläuft, würde sich mit der gegen E sich zur liegenden Synklinale akzentuierenden Ochsenchopf-Mulde verbinden lassen, welche schliesslich mit der Rauti-Mulde zu parallelisieren wäre (cf. p. 139).

Damit würde sich auch die Parallelisation der Elemente W und E der Linth einfacher gestalten (cf. p. 155/156 und 172/173).

Aubrige

Als rundliche Felsköpfe erheben sich im Wägital zwischen den Hügelketten des Randflysches im N und des Wägitaler Flysches im S eigenartige Kreide-Stirnköpfe: die beiden Aubrige und der Guggelberg. Strukturell stellt die Aubrigkette ein durch Längszerreissung mehrfach auseinander gerissenes und in sich zerbrochenes Stirngewölbe dar, wie schon aus den Untersuchungen von ARN. ESCHER, H. AHRENS (1914) und ARN. HEIM (1918) hervorgeht.

Unter dem Grossen Aubrig erscheinen, diesem Stirngewölbe vorgelagert, noch zwei etwa 100—150 m mächtige, leicht S-fallende Schuppen mit normaler Schichtfolge von Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk und stellenweise sogar Assilinengrünsand. S des Gewölbes konnte H. AHRENS (1914: 42) ein etwas zurückgebliebenes Element abtrennen: die Tanneggli-Schuppe, eine ihrerseits verschuppte Eozänplatte, welche strukturell stark an den SE-Abhang des Urmiberges erinnert (cf. p. 114):

Die Schichtreihe des Stirngewölbes selbst beginnt mit dem Kieselkalk des Hauterivian und reicht über Echinodermenbrekzie, Altmannschichten, Drusbergschichten, Unteren Schrattenkalk, Brisibreccie, glaukonitische Mittelkreide bis in den Seewerkalk. Darüber transgrediert am Chlinen Aubrig Assilinengrünsand des Lutetian. In der S an das Aubrig-Gewölbe angeschobenen Kreide-Eozän-Schuppe, die sich vom Chalberstock 2 km E Euthal bis zum Guggelberg N Innerthal verfolgen lässt, stellen sich gegen E noch weitere Schichtglieder der Oberkreide ein: Seewerschiefer und Amdenerschichten.

Während für die tektonische Fortsetzung der Aubrigkette gegen W bisher eigentlich nur zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen wurden: Wiederauftauchen im Urmiberg — C. BURCKHARDT, M. LUGEON, P. ARBENZ, ARN. HEIM 1906 und A. JEANNET — oder ein westliches Ausspitzen, zum Teil mit etwas anderer Zuordnung — A. BUXTORF und A. TOBLER, E. BLUMER, ARN. HEIM 1918, W. LEUPOLD und R. STAUB (cf. p. 116) — boten sich für eine Parallelisation gegen E bedeutend mehr Varianten.

ARN. ESCHER (1846), C. MOESCH (1881: 283) und C. BURCKHARDT (1893: 63) vermuteten, dass sich die Aubrigkette E des Calvarienberges, dem östlichen Abschnitt des Guggelberges, unter den Flyschmassen zwischen Brüschstock und Salbügel in die Chöpfenberg–Wageten-Kette fortsetzen würde.

E. BLUMER (1907: 475ff.) erkannte die von C. BURCKHARDT für verkehrt liegenden Schrattenkalk gehaltenen Kalke der Wagetenkette als Tithon und Valanginian. Neben den Verschiedenheiten des Baustiles und der Schichtreihe waren es aber vor allem die bedeutenden faziellen Differenzen, die E. BLUMER (1907: 478) dazu führten, «dass die Aubrige nicht die Fortsetzung der Wageten–Köpfenstock-Kette darstellen» können, sondern dass diese beiden zwei ganz verschiedenen Decken angehören. Die Wageten–Chöpfenberg-Kette ordnete BLUMER der Mürtschen- oder Gla[illegible]-Decke zu, die Aubrige stellte er, auf Grund von Fazies- und Mächtigkeitsv[illegible]eichen mit den westlichen Säntisketten und westlichen Churfirsten, zur Sä[illegible]-Decke. Über perlschnurartig angeordnete Vorkommen von zerrissenen [illegible]mmulitenkalk-Riffen im Flysch zwischen Chöpfenberg und Tierberg verl[illegible] BLUMER die Aubrig-Guggelberg-Kette mit der Riseten, dem durch das Li[illegible]al von der Gschwendshöhi (Durschlägiberg) getrennten Stirnteil der Sär[illegible]Decke.

Dieser tektonische Zusammenhang zwi[illegible]n Aubrig und Riseten wurde auch von H. MEYER (1922: 21) angenommen.

ARN. HEIM (1918: 642) hingegen neigte e[illegible] dazu, in den Aubrigen eine mögliche Fortsetzung des Mattstocks zu erbli[illegible], da neben Ähnlichkeiten im Bau — vor allem dem Auftreten von ausgew[illegible]n Seewerkalk und von Assilinengrünsand am Nordfuss — auch die Fazies «[illegible]t derjenigen des Mattstock in den wesentlichsten Punkten übereinstimmt» . .

Eingehende Untersuchungen an der Basis der Säntis-Decke führten W. BRÜCKNER (1940) zur Auffassung, dass sich die Aubrigkette in der Tat in die Risetenkette fortsetze, dabei jedoch nicht durch eine grosse Längszerreissungslücke davon getrennt sei, wie sich dies ARN. HEIM und E. BLUMER vorgestellt hatten, sondern, infolge des bogenförmigen Verlaufes der Säntis-Deckenstirn, unter den Flysch eintauche.

Geologische Kartierungsarbeiten für das Atlasblatt Linthkanal liessen A. OCHSNER (mündliche Mitteilung) am «v[illegible]llig gesicherten Zusammenhang» von Aubrigkette und Riseten erneut gewisse Zweifel hegen.

Die Schichtreihe der Aubrigkette kann aber nicht nur gegen W mit derjenigen des Urmiberges und des Axenstein-Gewölbes und gegen E mit derjenigen der Risetenkette und des Durschlägiberges verglichen werden, sondern sie zeigt auch, besonders diejenige des westlichen Abschnittes, eine auffallend gute Übereinstimmung mit der Schichtreihe der Oberen Silberen-Decke. Fazies und Mächtigkeiten der einzelnen Schichtglieder[illegible]kette am zwanglosesten E an die Silberen ansch[illegible]

Bereits im stratigraphischen Sammelprofil [illegible] A. OCHSNER (in H. SCHARDT 1924) sind die für a[illegible] charakteristischen Merkmale deutlich zu erkennen: n[illegible] Altmannschichten, relativ geringmächtige Drusbergsc[illegible]

teilung des Schrattenkalkes durch eine Wechselfolge von Mergeln und Mergelkalken sowie eine gegen den Oberen Schrattenkalk hin sich einstellende «Kieselkalk»-Bank, gut gliederbare, glaukonitreiche Mittelkreide und relativ mächtiger, hellgrauer Seewerkalk.

Durch Aufnahme von Detailprofilen an der Silberen, am westlichen Glärnisch und an den Aubrigen konnte die fazielle Übereinstimmung mit der Silberen-Kreide noch klarer aufgedeckt werden. So zeigte sich neben einer sehr guten Übereinstimmung in den Altmann- und in den Drusbergschichten (cf. p. 149), vor allem eine solche hinsichtlich der Unteren Orbitolinenschichten (cf. p. 149/150).

Verglichen mit den von ARN. HEIM (1916a: 374) an der Amdenerstrasse und zwischen Wänneli und Gemeinewies in der Säntis–Neuenalp-Kette aufgenommenen Schrattenkalk-Profilen (in ALB. HEIM 1905: 347) unterscheiden sich die Detailprofile der Aubrige einwandfrei durch deutlich in Erscheinung tretende, mergelig-siltige Bänke im Dach der Unteren Orbitolinenschichten. Damit zeigen diese eine Ausbildung, wie sie für die Silberen- und Bächistock-Decke charakteristisch ist.

Von dem von J. OBERHOLZER (1933: 352) am Fridlispitz in der Risetenkette aufgenommenen Profil durch die Unteren Orbitolinenschichten, das sich in der oberen Partie durch eine auffallend kalkige Wechsellagerung von hellgrauen, schwach bräunlichgrau anwitternden Kalkbänken mit dünnen, dunkelgrauen Mergellagen auszeichnet, weichen die Aubrig-Profile ebenfalls deutlich ab.

Hinsichtlich der faziellen Ausbildung der mittleren Kreide (cf. p. 150) ergab sich eine weit bessere Übereinstimmung, als dies aus dem von H. AHRENS (1914: 20—23) am N-Abhang des Gross Aubrig aufgenommenen Profil hervorzugehen schien.

Durch das Fehlen von Brisisandstein, der namentlich im westlichen Glärnischgebiet, am Näbelchäppler und an den Fürbergen, eine ziemliche Mächtigkeit erreicht, unterscheidet sich die Aubrig-Kreide deutlich von der sonst faziell ebenfalls ziemlich nahestehenden Entwicklung in der Bächistock-Decke.

Darnach hätte sich an der östlichen Silberen, am Steilabfall ins Rossmattertal, ebenfalls eine seitliche Abscherung vollzogen wie an der SW-Wand des Chaiserstocks. Wie am W-Ende der Silberen-Decke im Wirkungsbereich der Urnersee-Kulmination die höchsten Elemente durch die vorgleitende Drusberg-Kreide an den Alpenrand verfrachtet wurde, so vermochte sich die Silberen-Kreide, zufolge des flexurartigen Anstieges der Faltenachsen vom Rossmattertal gegen E, auch im Glärnischgebiet nicht mehr auf der Bächistock-Decke zu behaupten, sondern wurde längs diesem tektonisch vorgezeichneten Tallauf (cf. p. 148) seitlich abgeschert und an der Basis der Drusberg-Decke und des Wägitaler Flysches nach N verschleppt, wo sie heute in der Chalberstock–Chrummflue–Aubrig–Guggelberg-Kreide wieder erscheint.

Wie im Gebiet des Vierwaldstättersees die Randkette im Urmiberg unvermittelt abbricht (cf. p. 116), so erscheint diese im oberen Sihltal in der Chalberstock–Chrummflue–Aubrig–Guggelberg-Kette ebenso unvermittelt, und zwar genau in der nordwestlichen Fortsetzung des östlichen Abscherungsrandes der

Oberen Silberen-Decke und in tektonisch und deckenmechanisch durchaus entsprechender Stellung.

Vergleichen wir dazu noch das Einsetzen der Schichtfolgen von Aubrigkette und Oberer Silberen-Decke, so beginnt diese an ihrem E-Ende, an der Vorderen Silberen, mit oberem Valanginiankalk und reicht hinauf bis in den Seewerkalk. Am Bietstock, etwa 1,5 km NNW des Silberengipfels, fehlen bereits die tiefsten Schichtglieder, so dass die Schichtreihe dort mit den Drusbergschichten beginnt. Im Chrummfluetobel, wo die Aubrig-Kreide, von W herkommend, erstmals auftritt, setzt die Schichtserie mit dem Schrattenkalk ein, auf der E-Seite des Chli Aubrig, am Gross Aubrig sowie am Guggelberg tritt im Kern noch Hauterivian-Kieselkalk zutage. Da in der Aubrigkette nur die frontalen Partien nochmals erscheinen, ist das Fehlen der tiefsten Schichtglieder, etwa des Valanginiankalkes, durchaus verständlich.

Denken wir uns das Chalberstock–Aubrig–Guggelberg-Gewölbe senkrecht zur Streichrichtung der Silberen–Glärnisch-Gruppe zurückversetzt bis auf diesen Gebirgsabschnitt, so schliesst das W-Ende des Chalberstocks effektiv unmittelbar an das E-Ende der Silberen-Decke an. Das brüske Abbiegen der Faltenachsen an der Vorderen Silberen würde sich zwanglos als Schleppungseffekt durch die seitliche Abscherung erklären. Das Rossmattertal liesse sich in seiner ersten Anlage als Furche zwischen dem östlichen Abrissrand der Silberen-Decke und dem gegen E flexurartigen Ansteigen der Bächistock-Decke deuten, welches allenfalls auf das im Einflussbereich des Glarner Verrucano-Schildes sich einstellende kräftige Vorrücken der Mürtschen-Front zurückzuführen wäre (cf. p. 45).

Im östlichen Guggelberg dürfte die Obere Silberen-Decke W der Linth ihr E-Ende gefunden haben, da sich der Grundriss gegen den Calvarienberg NE Innerthal immer mehr verschmälert und sich dabei bis auf den Kieselkalk-Kern heraushebt. Auf den Glärnisch zurückversetzt, käme das E-Ende des Guggelberges etwa auf den Nidfurner Turm zu liegen.

Die unter dem Aubrig-Gewölbe liegenden, auf der N-Seite zutage tretenden Schuppen von Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk und eozänem Assilinengrünsand[1]) sind wohl am ehesten als mitgeschleppte Reste der Unteren Silberen-Schuppe und als höchste Schubspäne der Bächistock-Decke zu deuten. In der Tat sind von der Unteren Silberen-Schuppe im westlichen Glärnisch nur noch kleine, unzusammenhängende Klippen erhalten, so dass diese basalen Aubrig-Schuppen sehr wohl als aus diesem Bereich verschleppte Pakete aufgefasst werden könnten. Leider erlauben Schichtreihe und Aufschlussverhältnisse keine einwandfreie Zuordnung. Arn. Heim verglich diese basalen Aubrig-Schuppen seinerzeit mit den Schuppen der Rigi-Hochfluekette. R. Staub (1954: 69) dagegen möchte sie als abgescherte Kreide der Forrenstock-Serie (Mürtschen-Kreide) betrachten und mit der NE von Weesen auftretenden Fly-Falte, den basalen Mattstock-Schuppen und schliesslich mit dem SE von Appenzell, an

[1]) Arn. Heim (1918: 678) konnte an der Basis noch Spuren von Drusbergschichten feststellen

er Basis der Säntis-Front erscheinenden Flammenegg-Zug in Zusammenhang ringen. Immerhin weist auch R. STAUB klar auf die fazielle und tektonische Verschiedenheit von Aubrig und Mattstock hin: «der Aubrig entspricht wohl den Frontgewölben des Säntis und damit dem Bächistock/Silberen-System, während der Mattstock, an der direkten Basis der Churfirstenfront, am ehesten dem innersten Säntisraum zugezählt werden muss.»

Stratigraphische Detailprofile

Profil durch Altmannschichten und Drusbergschichten der Aubrig-Kreide in der Lindenruns, Koo. (1): 710200/218850/1240, (8): 710800/218900/1255

			Unterer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, spätiger, dickbankiger Kalk.
			Drusbergschichten (ca. 31 m):
(8)	6	m	beigegrauer Mergelkalk mit kalkigeren, nach oben an Zahl und Mächtigkeit zunehmenden, uneben flächigen Kalkbänken; *Aetostreon latissima* (LMK.) sehr häufig; allmählich in Schrattenkalk übergehend.
(7)	7	m	bräunliche Mergel mit beigegrauen, ellipsoidischen Kalkknollen, die nach oben grösser und kalkreicher werden.
(6)	4	m	schlecht aufgeschlossene, weiche Mergelschiefer.
(5)	6	m	bräunliche Mergelschiefer mit ellipsoidischen, grauen Kalkknollen.
(4)	8	m	bräunlich graue, markasitreiche Mergelschiefer; schlecht aufgeschlossen.
			Altmannschichten (ca. 12 m):
(3)	3	m	glaukonitische, knollige, sandige Mergelkalke, deren Sand- und Glaukonitgehalt gegen oben allmählich abklingt, so dass sie rasch in mergelig-schieferige Drusbergschichten übergehen.
(2)	5,5	m	dunkelgrauer, äusserst glaukonitreicher, sandiger Mergelkalk mit *Aetostreon latissima* (LMK.) und Belemniten; gegen oben stellen sich immer häufiger bräunliche, glaukonitärmere Knollen und längliche Pseudofossilien ein.
(1)	3	m	glaukonitischer Sandkalk mit heller anwitternden, kalkigeren Knollen und Fragmenten von *Aetostreon* und zahlreichen Limonitkonkretionen.
			Echinodermenbrekzie des Kieselkalkes: hellbeige anwitternder, spätiger Echinodermenkalk mit sandig-tonigen Schlieren, die gegen oben immer mehr Glaukonit aufnehmen und in Altmannschichten übergehen.

Auf der E-Seite des Chli Aubrig sind Kieselkalk, Altmannschichten und Drusbergschichten für ein Detailprofil viel zu lückenhaft aufgeschlossen.

Profil durch Untere Orbitolinenschichten und Oberen Schrattenkalk der Aubrig-Kreide an der NE-Seite des Chli Aubrig, Koo. (1): 708200/218450/1550, (23): 708150/218400/1600

(23)	27	m	Oberer Schrattenkalk: hellgrau anwitternder, feinspätiger, dickbankiger Kalk.
			Untere Orbitolinenschichten (ca. 38 m):
(22)	2,2	m	bräunlicher, feinkörniger Sandstein mit einzelnen kalkigeren, sandärmeren Zwischenlagen; Sandgehalt gegen oben schlierenartig sich verlierend.

(21)	0,6	m	hell anwitternde, kalkreichere Sandlage.
(20)	1,8	m	rostig anwitternder, feinkörniger, harter Sandstein mit einzelnen v terungsresistenteren Schlieren und netzartigen Nestern.
(19)	6	m	vegetationsbedeckter, schlecht aufgeschlossener Talus. An der Mergelkalke mit kleinen Austern und massenhaft Orbitolinen; na 0,5 m erster bräunlich anwitternder, feinkörniger Sandkalk, gege mergeliger werdend, mit massenhaft kleinen Austern, Orbitoline kleinen Kohleschmitzen; dann ca. 1 m schwammig-löcherig, hernac der sandiger werdend, mit zahlreichen Austern; nach ca. 1 m aufs losem Talus 1,5 m bräunlicher Sandkalk, mit sandreicheren Schlier kalkigeren Partien wechsellagernd.
(18)	2	m	hellgrau anwitternder, organogen-detritischer, oolithischer Kalk mi senhaft rötlichen Orbitolinen; im oberen Teil mehr feinoolithisch, mergelige Schichtfuge abgetrennt.
(17)	1,7	m	hellgrau anwitternder, feinkristalliner, dickbankiger Kalk.
(16)	1	m	organogen-detritischer Mergel, sehr reich an roten Orbitolinen, s aufgeschlossen.
(15)	1,2	m	Mergelkalk, schlecht aufgeschlossen.
(14)	1	m	hell anwitternder, feinspätiger Kalk.
(13)	1,6	m	bräunlich graue, oolithische Mergelkalke in Wechsellagerung mit lichen, ebenfalls oolithischen Mergeln.
(12)	2,5	m	massiger, schrattenkalkartiger Kalk mit Requienien.
(11)	1,2	m	bräunlich anwitternder, organogen-detritischer, oolithischer Merg mit rötlichen Orbitolinen; gegen oben freinbrekziös werdend.
(10)	3,8	m	feinspätiger Kalk, gegen oben knollig-grümelig und oolithisch we wechsellagernd mit bräunlichem, organogen-detritischem, oolith Mergelkalk mit zahlreichen Orbitolinen.
(9)	1,5	m	hellgrau anwitternder, schrattenkalkähnlicher, oolithischer Kalk,

12 m hellgrauer, ausgeprägt flaseriger Kalk, von schwarzen, subparallelen Tonhäuten durchsetzt.

31 m hellgrauer, flaseriger, von schwarzen Tonhäuten durchzogener Kalk, dünnbankig, fleckig gelblich grau anwitternd.

1 m «Überturrilitenschicht»: grauer, seewerartiger Kalk mit gegen oben abklingendem Glaukonitgehalt; vereinzelte Neohiboliten.

1 m Turrilitenschicht: stark glaukonitischer Sandstein mit zahlreichen Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen: *Holaster, Mariella bergeri* (BRONGN.), Mantelliceraten, *Mortoniceras* und *Hamites* sowie zahlreichen Neohiboliten; durch schlierenartiges Abnehmen des Sand- und Glaukonitgehaltes gegen oben seewerartiger werdend.

6—2,5 m Aubrigschicht: dunkelgrüner, stark glaukonitischer, zäher Sandstein; durch früheres Ausbleiben der Kalkknollen auf kürzeste Distanz aus der Knollenfazies hervorgehend.

1—4,5 m Knollenfazies der Aubrigschicht (Knollenschichten): dunkelgrüner, glaukonitreicher Sandstein mit glaukonitärmeren, gegen oben kleiner und spärlicher werdenden, stärker zurückwitternden Kalkknollen.

9 m Twirrenschichten: glaukonitischer Kalksandstein mit glaukonitärmeren, kalkreicheren, knollig struierten Zwischenlagen; gegen oben über glaukonitischen Sandkalk in Knollenschichten überleitend.

6,5 m Flubrigschichten: grünsandige, leicht verwitternde Mergelschiefer mit einigen glaukonitärmeren, verwitterungsresistenteren, knolligen Kalkbänken, mit vereinzelten Neohiboliten und Inoceramen. An der Basis stärker grünsandig mit zwei Niveaus von gerollten Fossilsteinkernen: Inoceramen, Gastropoden, vereinzelten Terebrateln, Neohiboliten und schlecht erhaltenen Ammoniten (*Douvilleiceras*).

1,2 m Kalksandstein: bräunlich anwitternd, glaukonitisch, feinkörnig.

0,3 m Durschlägi-Fossilschicht: grünlich bis bräunlich grauer, knollig struierter Fossilkondensationshorizont mit gerollten Komponenten von Brisibreccie, massenhaft schwarzen, gerundeten Phosphoritknollen und Fossilsteinkernen: Inoceramen, Gastropoden, Dentalien und schlecht erhaltenen Ammoniten; mit scharfer Grenze auf der Brisibreccie aufliegend.

5 m Brisibreccie: fleckig bräunlich grau anwitternde, grobspätige Echinodermenkalke mit gut gerundeten Quarzkörnern und feinverteiltem, teilweise limonitisch verrostetem Glaukonit; gegen oben schlierenartig gehäuft; reich an Schalentrümmern; mit scharfer Grenze dem Oberen Schrattenkalk aufliegend.

Oberer Schrattenkalk: hell bläulich grau anwitternder, oolithisch-spätiger Kalk mit Milioliden, Bryozoen- und Schalentrümmern; dickbankig bis massig.

Mattstock

N. HEIM (1917: 607) charakterisiert den Mattstock, diesen markanten, N Amden aufragenden Gebirgskamm, als «eine tektonisch losgetrennte, von Seiten abgerissene, auf Flysch und Molasse überschobene Gebirgswelle». Schichtserie reicht von fossilführenden Valanginianmergeln über Valan-

giniankalk — gelblich-bräunlich anwitternder Echinodermenkalk, hellgraue Kalke mit Kieselknollen und sandreiche Pygurusschichten mit grossen Quarzkörnern — Kieselkalk — an der Basis mit einer für unterstes Hauterivian bezeichnenden Fauna, der Rahberg-Fossilschicht — Echinodermenbrekzie, Altmannschichten, Drusbergschichten, Unterer Schrattenkalk, deutlich ausgebildete, mergelig-siltige Untere Orbitolinenschichten, Oberer Schrattenkalk bis in die Brisibreccie.

Zwischen den frontalen Teilen der Churfirsten–Alvier-Decke (cf. p. 155ff.) und den starren, nagelfluhreichen Molasseschichten des Speers wurde die Kreideserie des Mattstocks zu einer enggepressten, asymmetrischen Mulde deformiert, wobei diese, wie die neuesten Aufnahmen von R. Herb (1961) zeigen, über den Drusbergschichten von mehreren listrischen Scherflächen durchsetzt wird, was verschiedentlich zu einer Verdoppelung der höchsten Schichtglieder führte.

Da sowohl eine westliche wie eine östliche sichtbare Fortsetzung des Mattstocks fehlt, erhebt sich die Frage nach dessen fazieller und tektonischer Stellung. Versuchen wir zunächst die Zusammenhänge mit den Kreidegebieten W der Linth abzuklären. Arn. Heim (1917: 642) sieht im Mattstock ein «beim Vorrücken aus dem Zusammenhang der Säntisdecke ringsum losgerissenes, unten abgequetschtes und auf das Nagelfluhgebirge hingeworfenes Brandungsstück». Als mögliche westliche Fortsetzung fallen nach seiner Ansicht vor allem die Aubrige in Betracht, deren Fazies mit derjenigen des Mattstocks «in den wesentlichen Punkten» übereinstimmt. Andererseits weist Arn. Heim auch auf die engen faziellen Beziehungen zum Durschlägiberg (= Gschwendshöhi) und damit zur Churfirsten-Kreide hin.

Auch J. Oberholzer (1933) und W. Brückner (1940) betrachten den Mattstock als Stirnteil der Säntis-Decke. Auf Grund eingehender Studien längs des Alpenrandes vom Walensee bis zu den Aubrigen parallelisiert W. Brückner den Mattstock mit der Fridlispitz–Riseten-Kette und mit den Aubrigen (cf. p. 146).

R. Helbling (1938) dagegen brachte auf seiner tektonischen Karte des Sankt Galler Oberlandes und der Glarneralpen erstmals eine engere Verwandtschaft von Bächistock- und Mattstock-Raum zum Ausdruck. R. Staub (1954: 69) neigt eher dazu, den Mattstock als ein etwas südlicheres Element zu betrachten: «Aubrig und Mattstock selber gehören ihrerseits keineswegs zum selben helvetischen Faziesraum: der Aubrig entspricht wohl den Frontgewölben des Säntis und damit dem Bächistock/Silberensystem, während der Mattstock, an der direkten Basis der Churfirstenfront, wohl unmittelbar dieser letzteren angeschlossen ist und am ehesten dem innersten Säntisraum zugezählt werden muss.» In der Tabelle: «Die Bauelemente der Glarneralpen und ihre Äquivalenzen» stellt R. Staub (1954: 183) den Mattstock aber ebenfalls ins Stockwerk der Bächistock/Silberen-Schuppen.

Wie bereits aus den Aufnahmen von Arn. Heim sowie aus eigenen Untersuchungen hervorgeht, zeigen Schichtreihe, fazielle Ausbildung der einzelnen Stufen und deren Mächtigkeiten eine frappante Übereinstimmung mit der

ächistock-Kreide. Am westlichen Mattstock wie am östlichen Glärnisch reicht die Schichtserie von den Valanginianmergeln bis in den Schrattenkalk. Hier wie dort sind die Stufen in genau der selben Fazies ausgebildet. Eine besonders auffällige Übereinstimmung treffen wir an der Valanginian/Hauterivian-Grenze. Wie aus der Beschreibung von C. SCHINDLER (1959: 41) hervorgeht, ist der von ihm am Glärnisch verschiedentlich festgestellte Fossilhorizont des Schnidengrates, aus dem offenbar schon A. ROTHPLETZ am Vrenelisgärtli Fossilien ausgebeutet hatte, und wovon A. JEANNET (1934: 5) vier Seeigel als *Discoidea rahbergensis* n. sp. bestimmt, völlig identisch mit der Rahberg-Fossilschicht ARN. HEIM's (1916a: 410 und in E. BAUMBERGER und ARN. HEIM 1907). Wie schon ARN. HEIM (1916a: 412) dargelegt hat, fehlt die Rahberg-Fossilschicht am Goggeien, den zerklüfteten Felszähnen S Nesslau, und in der Churfirsten–Alvier-Kreide. Auch R. HERB (1957, 1961) bestätigt, dass er diesen Fossilkondensationshorizont an den wenigen Stellen, an denen der Kontakt von Valanginiankalk und Kieselkalk in der Amdener Mulde aufgeschlossen ist und sicher als normalstratigraphisch betrachtet werden darf, nirgends auffinden konnte. Da somit das Auftreten der Rahberg-Fossilschicht im Raume von Amden nur auf die Mürtschen-Decke — am Walenseeufer zwischen Betlis und Quinten — und auf die Mattstock-Serie — auf das E-Ende des Mattstocks, auf den Raaberg — beschränkt ist, gewinnt die Parallelisation Mattstock–Bächistock weiter an Wahrscheinlichkeit, um so mehr, als diese beiden Räume, wie durch weitere Fossilfunde bestätigt werden konnte, auch faunistisch gemeinsame Züge aufweisen.

Neben der Valanginian/Hauterivian-Grenze stimmen namentlich die ausserordentlich faziesempfindlichen Unteren Orbitolinenschichten der Mattstock- und der Bächistock-Kreide recht gut miteinander überein (cf. Detailprofil vom Inner Fürberg p. 49—51 und von der S-Flanke des Mattstocks in R. HERB 1961). ARN. HEIM schätzt zwar die Mächtigkeit des Oberen Schrattenkalkes, den er, zufolge der grobbankigen Ausbildung, «schon aus der Ferne» vom Unteren, mehr massigen Schrattenkalk unterscheiden zu können glaubte, auf 80—90 m. R. HERB (1961) konnte über den am Mattstockweg, etwa 150—200 m unterhalb des Gipfels, gut aufgeschlossenen Unteren Orbitolinenschichten, zufolge einer durch Scherflächen erzeugten Schuppung, eine Repetition der Orbitolinenschichten feststellen, so dass sich für den Oberen Schrattenkalk am Mattstock nur gut 50 m ergeben. Merkwürdigerweise erwähnt ARN. HEIM vom Mattstock keine Unteren Orbitolinenschichten, obwohl diese am Weg von der Walau zum Gipfel rund 40 m mächtig sind. Von der viel kalkigeren und nur etwa 2,5 m mächtigen Ausbildung in der Amdener Mulde (cf. das von ARN. HEIM 1916: 374 375 an der Strasse Weesen–Amden aufgenommene Profil — es wurde in diesem Zusammenhang ebenfalls neu überprüft) dagegen weichen die Unteren Orbitolinenschichten des Mattstock-Profils hinsichtlich Fazies und Mächtigkeit deutlich ab. Ebenso kann R. HERB's stark organogene Kalkbank im obersten Schrattenkalk des Mattstocks gut mit der Oberen Orbitolinenschicht des westlichen Glärnischgebietes verglichen werden.

Auch vom deckenmechanischen Standpunkt aus lässt sich die Auffassung,

nach Bächistock-Kreide und Mattstock-Kreide ursprünglich unmittelba
achbart zur Ablagerung gelangten, sehr gut vertreten. Ganz analog wie ir
die Kreide der Rigi-Hochfluekette beim Vormarsch der höheren Decken sic
ht mehr über der Urnersee-Kulmination zu behaupten vermochte, sonder
der höheren Kreideplatte der Axen-Decke seitlich abgeschert und als Rigi
chflue-Platte an den Alpenrand verfrachtet wurde, so vermochten sich di
lichen Teile der Bächistock-Kreide über der Kulmination des Glarner Ver
ano-Schildes ebenfalls nicht mehr zu halten. Auch sie wurden seitlich ab
chert und an der Basis der höheren Decken nach N geschleppt.

Als weiteres Indiz für die Parallelisation der Mattstock-Kreide mit der Bächi
ck-Decke sei noch auf das am östlichen Glärnisch sich einstellende Nord
rts-Abdrehen von Steilstellungen, Fältelungen und Scherungen hingewiesen
C. SCHINDLER (1959: 75) vom First bis zum Vorder Glärnisch beobachte
nnte. Dagegen konnte er in der Glärnischgletscher-Mulde gegen E kein Ab
hen feststellen (cf. p. 42). Offenbar erfolgte das seitliche Abreissen in de
chistock-Decke am östlichen Glärnisch brüsker als ein tektonisches Stock
rk höher, an der Vorderen Silberen, was wohl auf die deckenmechanisc
poniertere Lage zurückzuführen sein dürfte.

Auch die Synklinalstruktur des Mattstocks lässt sich auf diese Weise zwang
als beim Vorschub zwischen der Nagelfluhmasse des Speers und der in de
chwendshöhi (Durschlägiberg) nachdrängenden Churfirsten-Front etwa
rker gepresste und daher in sich verschuppte östliche Fortsetzung der Glär
chgletscher-Mulde auffassen.

lingrünsand zwischen Valanginiankalk und Globigerinenschiefern auf der NW-Seite des Mattstocks, bei der Brunnenegg und auf der Mättler Höhi, dürften als frontale Partien der Mürtschen- oder der Axen-Decke zu betrachten sein.

Churfirsten–Alvier-Gruppe

Auf die Rand-Elemente des Mattstocks, des Furgglen-Keils und der Fly-Falte (cf. p. 151ff.) schiebt sich in der Gschwendshöhi (Durschlägiberg) der von steilen Längsbrüchen durchsetzte NW-Rand der Churfirsten–Alvier-Kreide. Diese beginnt E der Gschwendshöhi und N von Seeren mit Valanginianmergeln und reicht, deutlich zyklisch gegliedert, bis in die Amdenerschichten. Am N-Ufer des Walensees legt sich diese Kreideserie zunächst in eine weitradige Doppelmulde. Durch die von steilen Scherflächen durchscherte Aufwölbung des Chapf wird sie in die Amdener Mulde und die Leiboden–Flügenspitz-Mulde unterteilt. E der Leiboden–Flügenspitz-Mulde, die sich ostwärts in die Wildhauser Mulde fortsetzt und im oberen Toggenburg die südlichen Säntisketten von den Churfirsten trennt, steigt die Kreideplatte — durch den Zinggenchopf–Quinten-Bruch emporgesetzt — mittelsteil zum Leistchamm und zu den Gipfeln der Churfirsten an. Nach einer ersten flachen Kulmination im Brisi stellt sich E der Nideri, am Höchst, eine zweite Aufwölbung ein, an die dann SE die von Scherflächen durchsetzte Sichelchamm-Mulde anschliesst.

Für den Zusammenhang der Churfirsten–Alvier-Kreide mit derjenigen W der Linth sieht R. STAUB (1954: 70) grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Die Mulden von Amden und des Oberseetales gehören nicht zusammen, sondern zu zwei verschiedenen Zonen der osthelvetischen Kreide-Abscherungsdecke, die erst bei der Aufschiebung der subalpinen Nagelfluhschollen des Speers und des Hirzlis auf die mittelländische Molasse ihre jetzige, auffallend ähnliche Form annahmen, oder die offensichtlichen und auch stets angenommenen Zusammenhänge bestehen tatsächlich zu Recht. Dann wäre die Churfirsten-Platte bis hinaus an die Durschlägi und den Goggeien als höhere Kreidescholle zu deuten, die vom Säntis und Mattstock abgetrennt, nach N vorgefahren wäre.

Da W der Linth nur eine einzige Mulde, die Obersee-Mulde, auftritt, N des Walensees dagegen eine durch die von steilen Scherflächen durchsetzte Aufwölbung des Chapf deutlich unterteilte Doppelmulde, die Amdener Mulde und die Leiboden–Flügenspitz-Mulde, ist die Parallelisation zunächst nicht ohne weiteres klar, um so mehr als die faziellen Differenzen der beiden Elemente zu gering sind und sich für die Parallelisation kaum verwerten lassen.

Ein Vergleich der Raumbreiten und der Strukturen weiter W des Obersees machen es indessen wahrscheinlich, dass die Obersee-Mulde effektiv der Amdener Mulde, das in der Redertenkette noch deutlich in Erscheinung tretende Zindelspitz-Gewölbe der Chapf-Aufwölbung und die flache muldenartige Verbiegung der Redertenalp der Leiboden-Flügenspitz-Mulde entsprechen. Die Aufwölbung des Rautispitz wäre dann der Churfirsten-Kuppel gleichzusetzen und die

Rauti-Mulde dürfte mit der Sichelchamm-Mulde zu parallelisieren sein (cf. p. 139).

Im Bereich der Redertenkette war es offenbar zufolge eines randlichen Widerlagers zur Ausbildung eines Stirngewölbes gekommen. Dadurch wurde die nachgleitende Kreideserie zu einer Sekundär-Aufwölbung aufgestaut. Im Bereich des Chapf dürfte dieser Staueffekt durch den vorgelagerten Mattstock bewirkt worden sein. In der tektonischen Depressionszone der sich ablösenden Streichrichtungen am Ausgang des Glarnerlandes, der nach E abtauchenden subhelvetischen Wagetenkette und der nach NE ansteigenden Elemente N des Walensees, kam es offenbar nicht zur Ausbildung eines Stirngewölbes; die Kreideserien des Wiggis und der Churfirsten glitten einfach als Platten bis an den Alpenrand vor und wurden nachträglich zu einer weitradigen Mulde verbogen.

Unter der Churfirsten–Alvier-Kreide erscheint am Gänsestad, 3,5 km E von Weesen, eine tiefere, durch die bedeutend geringere Mächtigkeit ihrer Schichtglieder sich auszeichnende Kreideserie. Diese wölbt sich E des Fulenbaches ebenfalls domartig auf und wird von einem gegen E rasch mächtiger werdenden Komplex von Öhrlikalk, Zementsteinschichten und schliesslich vom Quintnerkalk der Typlokalität unterteuft. Diese tiefere Serie lässt sich mit der Malm-Kreide-Serie des Nüenchamms und des Mürtschenstocks verbinden und wird daher seit Arn. Heim (1905b: 94) als Mürtschen-Decke bezeichnet.

Von der Alp Säls gegen E wird die Mürtschen-Kreide durch eine listrische Fläche bis hinunter auf die Zementsteinschichten schief abgeschert. Zwischen Mürtschen-Decke und Churfirsten-Kreide schiebt sich eine neue Serie von Dogger, Malm und Zementsteinschichten ein, die Lüsis-Schuppe, deren Schichtreihe an ihrer Stirn über etwas Öhrlischichten bis in die Valanginianmergel hinaufreicht. Im Gebiet des Walenstadterberges wird ihr basaler Teil — Arn. Heim's «Walenstadter Zwischendecke» — grösstenteils als en bloc abgesackt betrachtet.

Sicher anstehend ist hingegen der Malm von Tscherlach, und R. Helbling (1938: 112) möchte auch die Malmaufschlüsse im Ackerbach NNE Walenstadt (cf. Arn. Heim 1917: 619) kaum als abgesackt betrachten. Ob diese dem Mürtschen–Ruchen entsprechen und die Synklinale des Mürtschenstocks in den Walenstadterberg zu liegen kommt?

Während A. Rothpletz (1898) und Arn. Heim (1905b, 1907, 1910—1917), trotz der schon von ihnen dargestellten und seeztalaufwärts immer bedeutsamer werdenden Disharmonie zwischen Churfirsten–Alvier-Kreide und darunter liegendem Dogger-Malm-Stockwerk, diese Kreide stets als ± solidarisch mit der Jura-Unterlage betrachteten, trennen R. Staub (1934: 279), R. Helbling (1938: 112) und W. Brückner (1940), einer Vermutung von P. Arbenz (1907a: 71) folgend, die Churfirsten-Kreide vollständig vom Jura der liegenden Lüsis-Schuppe ab. Damit kann notwendigerweise auch der Kontakt der SE an die Lüsis-Schuppe anschliessenden, von R. Helbling als einzelne, dachziegelartig übereinandergeschobene Dogger-Malm-Schuppen — der Sennis-, Strahlegg-, Vorderspina-, Tschuggen-, Gonzen-, Schollberg- und Ellhorn-Schuppe — er-

dass der Diphyoideskalk der Sichelchamm-Gruppe fast unmittelbar auf Malm der Sennis-Schuppe zu liegen kommt. Malm und Kreide sind somit im Abschnitt zwischen Churfirsten und Alvier deutlich differentiell, verkartig, bewegt worden. Dies veranlasste R. HELBLING (1938), im Churfirsten–Alvier-Gebiet die Kreide-Decke (Säntis-Drusberg-Decke) durchgehend von der Dogger-Malm-Decke abzutrennen.

HELBLING und R. STAUB möchten das deckenmechanisch verschiedene Verhalten der Kreidehülle W und E des Verrucano-Schildes auf eine gegen NE sich verstärkende Tendenz zu bathyalerer Fazies sowie auf eine verstärkte Einwirkung des ostalpinen Deckenschlittens zurückführen. Wie die Untersuchungen im Churfirstengebirge gezeigt haben, trifft diese Tendenz zu bathyalerer Fazies aber nur für den räumlich äquivalenten Abschnitt zu. Die bathyalere Fazies stellt sich erst in der Kreide der Churfirsten und vor allem erst S der Sichelchammin stärkerem Masse ein. Auch ein Einfluss des ostalpinen Deckenbaues bis an den Walensee scheint eher fraglich. Viel wahrscheinlicher ist der unterschiedliche tektonische Stil auf das ursprüngliche Vorhandensein der Verrucano-Unterlage zurückzuführen: auf die während des Vorgleitens sich einstellenden verschiedenen Gefällsverhältnisse sowie auf die dabei wirksam gewordenen faziellen Differenzen als Ausdruck paläogeographischer Verschiedenheiten während der Sedimentation. Das kräftige Axialgefälle, das sich gegen das St. Galler Rheintal hin einstellt und eine isoklinale Schrägstellung der Alvier-Kreide bewirkt, ist viel mehr Ursache als Wirkung für das Vorgleiten der ostalpinen Decken.

Stock–Goggeien, Gulmen–Farenstöckli, Häderenberg

agegen erscheint der Zusammenhang von Stock und Gschwendshöhi sowie
enige zwischen Stock und Gulmen etwas problematischer. Da R. HERB (1961)
den geologischen Zusammenhängen der Doppelmulde Amden/Leiboden
e ihren Flyschfüllungen und deren Beziehungen zum Randflysch nachge-
t hat, sei hier auf seine Arbeit verwiesen. Höchst wahrscheinlich hing die
e, in sich zerbrochene Kreideserie des S t o c k ursprünglich mit der eben-
zerbrochenen und verschuppten Kreide des G u l m e n zusammen, um so
r als sich ihre Schichtreihen faziell vollkommen entsprechen. Während die
tale Churfirsten-Platte weiter W, in der vorgelagerten Nagelfluhmasse des
rs und in der an ihrer Basis an den Alpenrand verfrachteten Kreidekette
Mattstocks, einen gewaltigen Widerstand vorfand und dadurch zur weit-
gen Doppelmulde verbogen wurde, fehlte der Kreideplatte des Stocks
h das plötzliche Ausbleiben der Mattstockkette am Raaberg ein solcher, so
diese Kreideserie von derjenigen des Gulmen abbrach. Durch die Flysch-
en der Hinteren Höhi und durch die subalpine Molasse des Zwislenwaldes
le die Kreide des Stocks am weiteren Abgleiten verhindert.
er aus einer doppelten Kreideserie aufgebaute, in sich verschuppte und
Längs- und Querbrüchen durchscherte Goggeien dagegen vermochte noch
s weiter nordwärts zu gleiten, da der Molasse-S-Rand gegen das Thurtal
utend weniger weit nach S vorspringt.
ohl das heikelste Problem bei der Entwirrung der tektonischen Zusammen-
e der Kreideketten zwischen Walensee und Säntis bildet ohne Zweifel die
indung von Gulmen und Häderenberg und damit die Frage nach den tek-

sich dabei stets eine Reihe von Unstimmigkeiten; denn sowohl Mattstock wie Goggeien weichen faziell deutlich von der nördlichen Säntiskette ab. Dagegen zeigt diese, wie der nördliche Häderenberg, weitgehende fazielle Ähnlichkeit mit der südlichen Mürtschen-Serie. Deshalb wurde der nördliche Säntis-Raum auch stets an den südlichen Mürtschen-Raum angeschlossen.

Wie schon aus den geologischen Karten ARN. HEIM's (1905 und 1907) sowie aus seinen Profilen (1905: Taf. 1, Profile 1a—c und 2, sowie 1917: Taf. 29, Profil 2) hervorgeht, besteht der Häderenberg aus zwei übereinander liegenden Kreideserien. Dass die südliche Serie tatsächlich die durch Längszerreissung abgetrennte, östliche Fortsetzung des Gulmen darstellt, wie dies ARN. HEIM (1917) postuliert hat, wird durch die im Einschnitt des Dürrenbaches und seiner Quelläste im Flysch steckenden Zerrpakete sowie durch die Felsrippe des Farenstöckli dokumentiert. Überdies erscheint dieser Zusammenhang auf Grund der völlig übereinstimmenden Schichtreihe und der tektonischen Stellung höchst wahrscheinlich, was ebenfalls von R. HERB (1957: 68, 71, 83) bestätigt wird.

In der tieferen nördlichen Serie dagegen, als deren älteste Schichtglieder im Thur-Durchbruch von Starkenbach-Stein erstmals wieder Öhrlimergel und Öhrlikalk (!) auftreten (cf. ARN. HEIM 1905, 1907), liegt ein neues Element vor. Zufolge der tektonischen Stellung unter der Churfirsten-Front, der südlichen Häderenberg-Serie, erscheint es verständlich, diese zunächst als von einer tieferen Juraserie, vom Mürtschen-Malm abgeschert zu betrachten; da die Lüsis-Schuppe, auf Grund ihrer Lage unter den Palfriesschiefern der Churfirsten-Kreide, als deren Jurakern interpretiert werden könnte. Durch das Einsetzen der Schichtreihe mit Öhrlimergel und Öhrlikalken im Gewölbekern, ungefähr in der Bewegungsrichtung vor der Stelle, wo auf der S-Seite der Churfirsten die Unterkreideserie der Mürtschen-Decke mit Zementsteinschichten, Öhrlimergeln und Öhrlikalk an ihrer Basis listrisch abgeschert wurde, könnte diese Auffassung noch gestützt werden. R. HERB (1957: 78) möchte denn auch die Serie des nördlichen Häderenberges, die er mit der Säntisgipfelkette verbindet, S an die Mürtschen-Kreide der Lochezen anschliessen. Längs einer listrischen Fläche wäre sie dort vom Mürtschen-Malm abgeschert worden. Da aber wenig weiter W, gegen die Alp Schwalmis, genau in der Bewegungsrichtung der Kreide-Elemente, der Jurakern der Lüsis-Schuppe, des nördlichsten Elementes der Dogger-Malm-Decke R. HELBLING's, welcher ebenfalls von Zementsteinschichten, Öhrlimergel und Öhrlikalk umhüllt wird, sein westliches Ende findet, könnte die am nördlichen Häderenberg und, E der Thur, am Schindlenberg, dem westlichsten Ausläufer der nördlichen Säntiskette, einsetzende Kreideserie auch als von der Lüsis-Schuppe abgescherte Kreidehülle betrachtet werden. Dies wäre lediglich durch das Vorgleiten der Churfirsten-Kreide, der Kreide-Decke R. HELBLING's, von ihrem jurassischen Untergrund abgeschert und vor der Front der nachgleitenden Churfirsten-Kreide, dem südlichen Häderenberg, an den Alpenrand verschleppt worden, ein Gedanke, der bereits von R. STAUB (1934: 276) ausgedrückt und von R. HELBLING (1938: 112) wieder aufgegriffen wurde. Ein kleines Relikt von

Silberen–Twärenen–Bödmeren

(Senkrechtaufnahme, N oben; mittlerer Bildmaßstab ca. 1 : 30 000

In der SW-Ecke: Zementsteinschichten, Öhrlikalk und Valanginianmergel — nicht abgescherte Axen-Kreide; NW daran anschliessend: eine zweite, kräftige Schatten werfende Öhrlikalk-Rippe — Bächistock-Decke.
NW dieser zweiten Öhrlikalk-Rippe bis zur Pragellinie (der Passweg ist gegen die NW-Ecke deutlich erkennbar): Obere Silberen-Decke. SW und E des von Bergsturzmassen umgebenen Silberenseeli, das durch seine buchtenreiche Uferentwicklung auffällt: Valanginianmergel; ENE davon und vor dem Abfall ins Rossmattertal (NE-Ecke): Valanginiankalk. Die ausgedehnten Weidegebiete der Silberenalp (Schattgaden am E-Rand, Mitte) zwischen Valanginiankalk und dem ausgesprochen vegetationsfeindlichen Schrattenkalk (Bildmitte): Kieselkalk, Altmannschichten und Drusbergschichten.
Karrenhochflächen [illegible] s von Silberen–Twärenen un[illegible]tenkalk und Untere Orbitolinen-[illegible]nsbedeckte Inseln: glaukonitische Mittelkreide, im Kern häufig Seewerkalk. N der Bildmitte: Ochsenstrich — mit [illegible]n bedeckter, aufgebrochener Gewölbekern mit Drusberg- und Altmannschichten. N anschliessend: synklinales Um-biegen des [illegible]nkalkes, besonders deutlich in den Unteren Orbitolinenschichten. Gegen Bödmeren (SW-Ecke) und gegen die Pragellinie: ausge[illegible]hntere Vorkommen von verkarstetem Seewerkalk (auf der Photo etwas weniger hell erscheinend als der Schrattenkalk), in tieferen Lagen von parkartig offenem Wald bestockt. Neben zahlreichen, die Schrattenkalkplatte in mehreren bevorzugten Richtungen durchscherenden Brüchen treten besonders die grossen Querbrüche deutlich hervor.

Luftbild der Eidg. Landestopographie

Untersuchungen ARN. ESCHER's (1878) und ALB. HEIM's (1905) stets als einheitliches System leicht nordwärts überkippter Kreidefalten betrachteten Säntisgebirges.

Die Kreide der nördlichsten Kette — als streichende Fortsetzung des nördlichen Häderenberges — wäre demnach als die durch das Abgleiten der Churfirsten-Kreide von ihrer Jura-Unterlage abgescherte frontale Axen-Kreide aufzufassen, während diese westlich des Linthtales, am Glärnisch und am Dejenstock, mit ihrer Jura-Unterlage solidarisch blieb. Die Kreide der südlichen Säntisketten — Schwendigrat–Mittelberg–Lauiberg–Chüebodenberg–Stein–Zehenspitz–Ruchbüel–Chreialpfirst–Roslenfirst/Stifelwald–Sämtisersee (Gewölbe V) und Wisswand (NW Starkenbach)–Enetthur–Kochler–Gulmen–Gätterifirst–Kreuzberge/Hüser–Stauberen–Hoher Kasten–Kamor (Gewölbe VI) — entwickelt sich aus Gschwendshöhi (WNW Amden = Durschlägiberg) und Stock/Gulmen–Goggeien/südlicher Häderenberg; sie entspräche damit der Wiggis–Churfirsten-Front.

Zwischen diesen Säntisketten schaltet sich vom Lütispitz an, einem Gipfel SW des Säntisgipfels, ein neues, ebenfalls in sich verschupptes und verfaltetes Element ein, das am Aufbau des Säntisgipfels beteiligte Gewölbe II. Zufolge seiner tektonischen Lage und seiner faziellen Übergangsstellung zwischen der Mürtschen/Axen-Kreide der nördlichsten Säntiskette (G I) und dem nördlichsten Churfirsten-Element der südlichen Säntiskette Schwendigrat–Stein–Zehenspitz–Roslenfirst dürfte dieses Zwischenglied am ehesten mit dem Mattstock und damit mit der Bächistock-Kreide W des Linthtales zu verbinden sein.

Der Wildhuser Schafberg und dessen östliche Fortsetzung, die Kette Altmann–Fälentürm–Freiheit–Hundstein–Widderalpstöck / Bogartenfirst–Alpsigel–Steig, dürfte dann als südlich anschliessendes Element am ehesten der Silberen-Kreide gleichgesetzt werden. Mit deutlicher Scherfläche schliesst auf der S-Abdachung des Wildhuser Schafberges mit der steil aufgerichteten Sedimentserie des Zehenspitz die nördlichste Churfirsten-Kreide, als östliche Fortsetzung der Durschlägi, an.

Gegen W bricht die eindrückliche Faltenstruktur des Wildhuser Schafberges längs einer gewaltigen Querstörung, dem Quertal von Gamplüt, unvermittelt ab. Ob allenfalls der S von Dreihütten an scharfer Schubfläche unter dem Schrattenkalk des Steins zutage tretende Seewerkalk (cf. ALB. HEIM 1905) noch eine westliche Fortsetzung der Seewerkalk-Gipfelmulde des Wildhuser Schafberges darstellt?

Die bereits an der Basis des nördlichen Häderenberges auftretenden Schubfetzen von steilstehendem, stark gequältem Seewerkalk (cf. p. 160) sind als abgescherte und beim Vorgleiten der Churfirsten-Platte mitverfrachtete Schubspäne zu interpretieren, was von R. HERB (1957: 77) bestätigt wird. Zufolge ihrer tektonischen Stellung scheint die Herleitung von der Mürtschen-Kreide höchst wahrscheinlich, um so mehr als gerade dort, wo die Seewerkalk-Späne am Alpenrand auftreten, der Seewerkalk W des Walenstadterberges der

Pragel–Goldplangg von ENE

Im Vordergrund, an der N-Abdachung der Silberen, tauchen Bächistock-Decke, Untere Silberen-Schuppe und Obere Silberen-Decke — die durch Untere Orbitolinenschichten zweigeteilte Schrattenkalkwand des Bietstockes aufbauend — zur deckentrennenden Längsfurche des Pragelpasses ab.

N davon: die Drusberg-Decke. Über Berrias-Valanginianmergeln folgen: als hellanwitterndes Band Valanginiankalk, mächtiger Kieselkalk bis nahe an den Grat; darüber, in vergleichbarer Mächtigkeit, mergelige Drusbergschichten; am Gipfel des Druesberg — Schrattenkalk und Gault — und am Forstberg (unmittelbar links dahinter) auch noch Seewerkalk, Amdenerschichten und Wangschichten.

Hinter der N-Abdachung der Silberen: das Hochplateau des Bödmerenwaldes — vorwiegend Silberen-Decke; die grösseren Lichtungen von Ober Gschwänd (über dem Bietstock), Gschwändeigen und Chrüz (Bildmitte) — Toralp-Serie; das Roggenstöckli (linker Bildrand) stellt eine auf der Silberen-Decke zurückgebliebene Klippe der Drusberg-Decke dar. Durch das SE–NW verlaufende Bisistal von der Silberen getrennt: der Wasserberg — Silberen-Decke und Toralp-Serie.

Über der fast genau S–N verlaufenden Furche Hüritales: ir Zementsteinschichten der Axen-Decke; N anschliess... die Ch...stockkette — Unterbau aus Bachistock-Decke, Gipfel und N-Abdachung — Silberen-Decke; nach ...aiserstockkette in die Axenkette fort, deren N-Abdachung wiederum Bächistock-Decke. Dahinter: die Urirotstock-... Axen-Decke; Gipfelklippen Urirotstock bis Wallenstöcke (über der Goldplangg) — Jura der Drusberg-Decke.

N der Passfurche ...er Goldplangg, der westlichen Fortsetzung der Pragelfurche, wiederum die Drusberg-Decke. Über dem Forstberg: der Huserstock; der N anschliessende Rücken: der Fronalpstock; in der dazwischen liegenden Lücke des Furggeli, durch den Urnersee getrennt, Niederbauen-Chulm. S davon: Oberbauenstock und Brisen, und zwischen den der Urirotstockgruppe vorgelagerten Isentalerberge — Axen-S- ...nd Axen-N-Lappen — die deckentrennende Längsfurche der Sinsgäuer Schonegg.

...er Alpen und Titlis.

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

In allen Profilen L. E. SCHLATTER's werden jedoch die beiden Schenkel des Gewölbes G III — wohl immer noch zu sehr unter dem Eindruck der Interpretation ALB. HEIM's — stets mit kühnen Luftsätteln verbunden, obwohl sich ein derartiger Zusammenhang bis zum Sax-Schwende-Bruch nirgends beobachten lässt. Die übrigen, in den Profilen SCHLATTER's zum Teil als Pli-faille oder als Faltenüberschiebung dargestellten Gewölbe scheinen dagegen grösstenteils zu Recht zu bestehen, da sich der effektive Zusammenhang meist irgendwo beobachten lässt.

So erkennen wir selbst in der nördlichsten, beim Vormarsch der Kreidefront am stärksten in Mitleidenschaft gezogenen Kette vom Schäfler an gegen E einen vollkommen geschlossenen, flach durchscherten Gewölbekern, während wir weiter W stets nur einen mehr oder weniger plastisch deformierten Schuppenbau antreffen. Zwischen dem Öhrli und den Altenalp Türmen vollzieht sich zunächst der Zusammenschluss der beiden nördlichsten Elemente (M Ic mit G Ib/M Ib nach den Profilbezeichnungen SCHLATTER's), die faziell die Mürtschen-Kreide vertreten und, wie bereits dargelegt wurde, auch höchst wahrscheinlich von der Mürtschen-Decke abgeschert wurden.

Zwischen den Altenalp Türmen und dem Schäfler erfolgt der Zusammenschluss mit den faziell S anschliessenden Elementen, von G Ib/M Ib mit G Ia/M Ia. Vom Schäfler gegen E würden somit Mürtschen- und Axenkreide noch zusammenhängen. In der Kette der Rossmad, E der Wagenlücke, vollzieht sich der Zusammenschluss von G Ia/M Ia mit G IIb/M II. Diese Elemente bauen den Grat der nördlichen und der nächst S anschliessenden Säntiskette auf, welche sich vom Schwarzchopf über Schafwis–Stoos–Hundstein (S des Säntisgipfels)–Säntis/Chalbersäntis–Rossmad bis zur Marwees verfolgen lässt. Sie dürften mit grosser Wahrscheinlichkeit von der Lüsis-Schuppe abgeschert worden sein und wären somit der nicht abgescherten Axen-Kreide und der Bächistock-Kreide gleichzusetzen. Während die Silberen-Kreide zunächst im Furgglen-Keil, zwischen Mattstock und Gschwendshöhi (Durschlägiberg), ihr östliches Ende gefunden zu haben schien, dürfte der ihr entsprechende Raum im Säntisgebirge am Wildhuser-Schafberg, am Altmann, am Hundstein und schliesslich am Alpsigel wieder auftreten (cf. p. 161).

Als weiterer Hinweis für die tektonische Aufgliederung des Säntisgebirges darf das plötzliche Abbrechen der nördlichen Kreideketten am Sax–Schwende-Bruch gewertet werden. Während die östliche Fortsetzung der südlichen und der mittleren Kette durch diese im Säntisgebirge einzigartig in Erscheinung tretende Querstörung zwischen Saxer Lücke und Bollenwees um rund 300 m vertikal verstellt und gegen 600 m nordwärts verfrachtet wurde, brechen die nördlichsten Elemente, zunächst durch die Bommen-Brüche — nordwestliche Ausläufer des Sax–Schwende-Bruches — um rund 200 m tiefer gesetzt, ohne jede weitere östliche Fortsetzung ab, so dass die «Flyschmassen» von Wasserauen–Leugangen–Brülisau — nach den Aufnahmen von H. EUGSTER stark von Moränenmaterial überdeckte, verschuppte Amdenerschichten und Nummulitenkalk mit vererzten Nummuliten, höchstwahrscheinlich die ursprüngliche, in einer Frühphase der Säntis-Faltung abgeglittene Hülle der mittleren und süd-

lichen Säntisketten — bis an den Alpenrand vorgleiten konnten. Wie weit noc im Randflysch in einer Frühphase von der Säntis-Kreide abgeglittene Amdene schichten vorliegen — H. EUGSTER's Aufnahmen geben solche von Untere Eug W Schwende an — bleibt noch zu untersuchen.

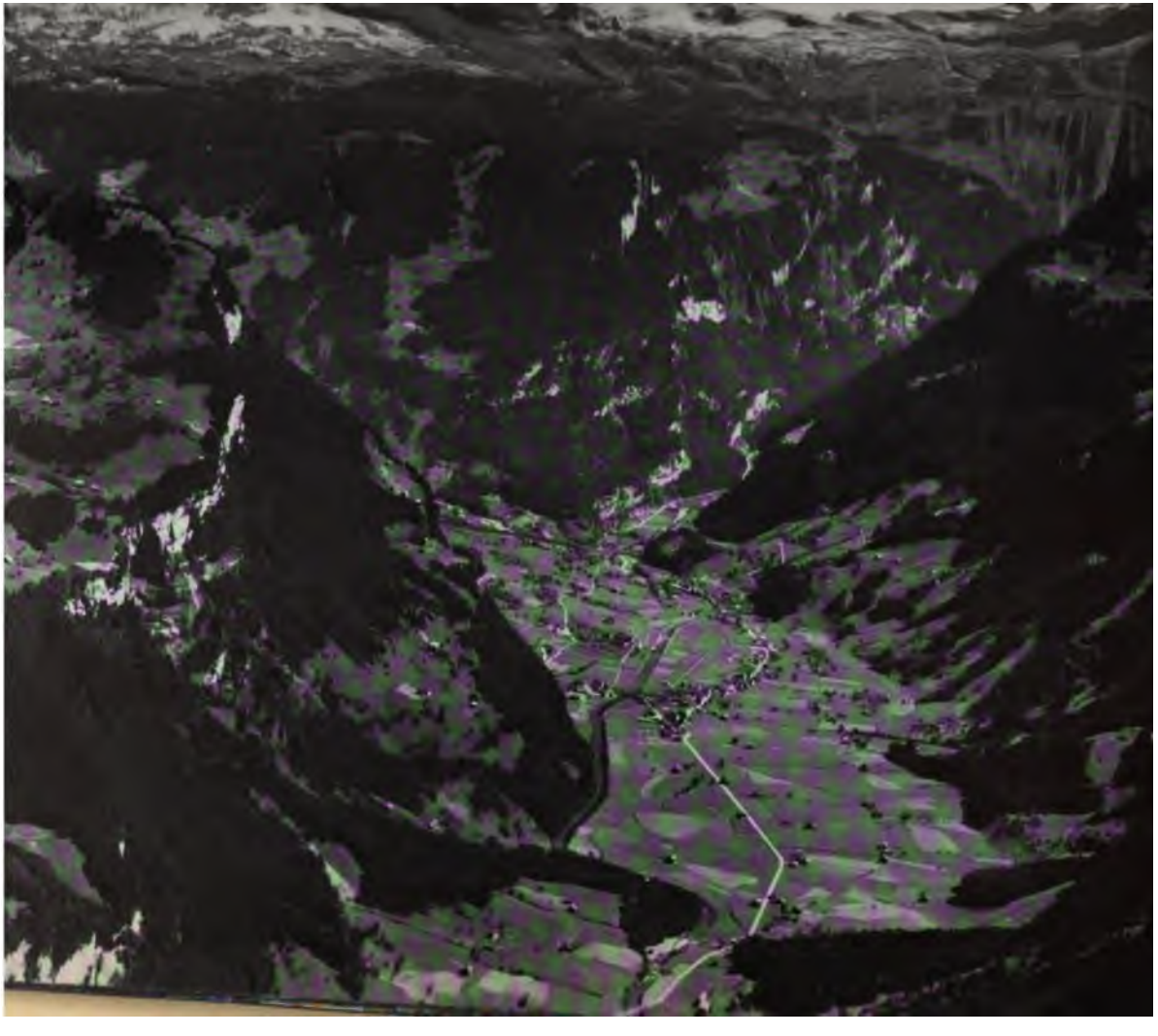
Die Zunahme der Sprunghöhe und der Transversalverschiebung von der süc lichen zur mittleren Kette, die nach der bisherigen Auffassung des Säntis gebirges als einheitliche Überschiebungsmasse nie befriedigend erklärt werde konnte, wird bei der Annahme zweier bereits während der «mise-en-place» vo einander getrennter Schichtserien viel verständlicher.

Aus ihrer eng aneinander anschliessenden Fazies geht deutlich hervor, das die Kreide-Elemente des Säntisgebirges, die nördliche Kette und die Kette de Marwees einerseits und diejenige des Hundsteins und der Widderalpstöcl andererseits, ursprünglich wohl unmittelbar aneinander anschlossen; aus ihrem durchweg konformen Verlauf der Strukturen darf gefolgert werden, dass si auch miteinander bewegt wurden. Das Fehlen einer östlichen Fortsetzung de nördlichen Kette und dasjenige einer sichtbaren östlichen Fortsetzung dränge die Vermutung auf, dass im Sax–Schwende-Bruch ein bereits vor der endgülti gen «mise-en-place» existierender Querbruch vorliege.

Lediglich über den Verlauf des allernördlichsten Elementes, des Flammen egg-Zuges, sind wir dank den Untersuchungen H. EUGSTER's auch über den Be reich E des Sax–Schwende-Bruches bis in die N-Flanke des Fänerenspitz gu unterrichtet. Die Strukturen des Alpsigels lassen E des Sax–Schwende-Bruche eine um den Versetzungsbetrag dieser Bruchzone tiefer und nach N versprun gene, unter den Alpsigel abtauchende östliche Fortsetzung der Marwees ver muten. Über diese abgesunkene Marwees-Serie wäre dann die Alpsigel-Kreid weiter nach N vorgerückt und hätte die tiefere Marwees-Serie im Stile eine Grenchenberg-Überschiebung überfahren. Dies wurde durch das Fehlen eine östlichen Fortsetzung der nördlichen Kette noch begünstigt, so dass es in de Alpsigel-Kreide zur Ausbildung eines Stirngewölbes kam. Die Gewölbestruk tur, die besonders E des Brüeltobels im Gewölbe von Steig prachtvoll ausge bildet ist und seit ALB. HEIM (1905) als G III bezeichnet wird, wurde W des Sax–Schwende-Bruches mit den ebenfalls als G III bezeichneten und durch mächtige Luftsättel gewölbeartig verbundenen Isoklinalstrukturen in direkte Zusammenhang gebracht. Daher erhält auch ARN. HEIM (in ALB. HEIM 1905 Taf. 13) im Gewölbe G III vom Sax–Schwende-Bruch an gegen W ein derar gewaltiges Massendefizit, das er nur durch eine plötzlich viel kräftigere Erosion zu erklären vermag. Dazu fehlt jedoch jegliche Begründung.

Vergleichen wir hiezu die fazielle Ausbildung der einzelnen Kreidestufen und ihre Mächtigkeit, so erkennen wir zwischen südlichste Mürtschen-, Axen-, Bächistock- und Silberen-Kreide einerseits und der Kreid der nördlichen Säntisketten (G I, G II und G III/M IV) andererseits eine weit gehende Übereinstimmung.

Schon die tiefsten Schichtglieder der Säntis-Kreide, die Öhrlimergel und der Öhrlikalk, lassen sich hinsichtlich Ausbildung und Mächtigkeit nur mit der Mürtschen- und der Axen-Serie vergleichen, greift doch die kalkig-



mittleren Abteilung deutlich zurück, dagegen beginnen sich an ihrer Ba
Mergelkalke einzustellen. Diese lassen die leichte Vermergelung, die sich b
reits in der nördlichen Kette abzuzeichnen beginnt, noch deutlicher erscheine
Auch dies ist uns aus dem südlichen Axen-Raum, von der Silberen, der Chaise
stockkette, vor allem aber von der Rigi-Hochflue und von der Spitzeren, eine
ihrer südlichen Vorgipfel, wohl bekannt. An der Spitzeren unterschied A. Bu
TORF (1916: 11) im Valanginian zwei Sedimentationszyklen: Valanginianmerge
Spitzernkalk und Spitzernmergel-Valanginiankalk.

Über dem hellgrau anwitternden Valanginiankalk transgrediert im Sänti
gebirge ein bräunlich gelb anwitternder, bis 15 m mächtiger Komplex von San
kalken und grobspätigen Echinodermenkalken mit grossen, gerundeten Quar
körnern, die Pygurusschichten. Am E-Ende des Säntisgebirges d
gegen scheint dieser charakteristische izont nach den Untersuchungen v
H. FRÖHLICHER (in L. E. SCHLATTER 1941:) zu fehlen[1]); dafür findet sich do
stellenweise ein glaukonitischer Konde ationshorizont mit gerollten Stei
kernen von Ammoniten. Aus dem wes ichen Säntisgebirge erwähnte A
HEIM (1905: 32) das Auftreten von Pygu russchichten von Schrenit und vo
Farenboden, N des Gräppelensees. ARN. H IM (1905a: 355 und Taf. 6) konnte s
in der nördlichen Kette (Gewölbe G I d G II) noch an zahlreichen Stell
als 3—5 m mächtige Schicht feststellen. benso wird ihr Auftreten von A
HEIM (1916a: 419) in der Churfirsten-P tte und im östlichen Abschnitt d
Mürtschen-Decke erwähnt. Selbst wes lich des Thur-Durchbruches v
Starkenbach–Stein ist dieser Horizont im nördlichen Häderenberg noch deu
lich ausgebildet; dagegen scheinen die Pygurusschichten im südlichen Hädere
berg und E des Neuenalpbaches, im S-Schenkel des Gewölbes G V—G VI,
fehlen. In der Mattstock-Gruppe hatte bereits ARN. ESCHER 1855 (Tagebuch I
120 x) am SW-Ende des Goggeien Trümmer von «*Pygurus rostratus* enthalte
dem Kalk» beobachtet. Am E-Ende des Mattstockes notierten A. BUXTORF u
ARN. HEIM (1916a: 419) über hellgrauem Valanginiankalk «0,3 m Pyguru
schicht, in Form von feinspätigem Kalk mit bis 1 mm groben Quarz- und Ocke
körnern, sowie Glaukonit in Schlieren und Nestern».

Vom Muschelenberg, S des Öhrli, erwähnte ARN. HEIM (1916a: 412) eine gla
konitische Fossilschicht, wie er sie am Raaberg, dem E-Ende des Mattstock
und am Walenseeufer zwischen Betlis und Quinten in der Mürtschen-Dec
angetroffen habe und wie sie sich auch an zahlreichen Stellen der Axen- u
der Bächistock-Decke vom Glärnisch bis in die Zentralschweiz vorfind
Ebenso konnte ein derartiger, etwas glaukonitischer Fossilkondensationsho
zont zwischen Chalbersäntis und Schafboden über der Pygurusschicht d
Stoos–Säntis–Rossmad-Kreide festgestellt werden.

So zeichnen sich in den Valanginian/Hauteri-
lichen und der Säntis–Rossmad-Kette recht eng
lichen Axen-Raum ab.

---

[1]) Neuerdings wird aus diesem Abschnitt von H. FRÖHLICHER eine 4 m mächtige «Echinodermenbreccie» erwähnt.

Der Kieselkalk des Hauterivian, eine etwa 100 m mächtige Abfolge eines feinkörnigen, massig bis dickbankigen Sandkalkes von düster graubrauner Anwitterung, zeigt in der nördlichen Säntiskette ebenfalls eine vollkommen analoge Ausbildung wie im südlichsten Mürtschen- und nördlichsten Axen-Raum. Ein sandig-schieferiger, stellenweise extrem glaukonitreicher Fossilhorizont mit Toxastern und Belemniten, die Sentisianusbank ARN. HEIM's, das östliche Äquivalent der Lidernenschicht der Chaiserstockkette und des Glärnisch (cf. C. SCHINDLER 1959: 41), trennt auch hier, genau wie im Glärnisch–Silberen-Gebiet und in der Chaiserstockgruppe, die Serie des Kieselkalkes in zwei ungefähr gleich mächtige und lithologisch sehr ähnlich ausgebildete Gesteinskomplexe. Wie in der Axen-Decke, so stellen sich auch im nördlichen Säntisgebirge gegen oben spätige Echinodermenkalke ein, die mit immer glaukonitreicher werdenden Partien wechsellagern. Darüber folgt dann stellenweise, besonders in den südlicheren Ketten, ein sandig-toniger Glaukonithorizont mit Fossiltrümmern, vorwiegend Ammonitensteinkernen, die eigentliche Altmannschicht ARN. ESCHER's. Auch sie erinnert in ihrer Ausbildung stark an diejenige im südlichen Axen-Raum und im Axenstein-Gewölbe, der Stirn der Drusberg-Decke.

Durch schlierenartiges Abklingen des Glaukonitgehaltes geht die Altmannschicht allmählich in Mergel und Mergelkalke der Drusbergschichten über. Diese lassen sich in bezug auf Mächtigkeit und fazielle Ausbildung ebenfalls sehr gut mit dem Mürtschen–Axen–Bächistock–Silberen-Raum vergleichen.

Die überraschend grosse Ähnlichkeit der Unterkreidestufen der nördlichen und mittleren Säntisketten mit den Kreideketten W der Linth ist bereits ALB. HEIM (1905: 34) aufgefallen: «Ferner steht in den Unter-Kreidegebilden wie es scheint der Säntis viel näher der Axenkette–Wasserberg–Silberen als etwa der Kette Niederbauen–Frohnalpstock–Wäggital.»

Aber nicht nur in der Unterkreide, auch in den höheren Kreideschichten, im Schrattenkalk, im Gault und im Seewerkalk, zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Säntisraum und Mürtschen–Axen–Bächistock–Silberen-Kreide. So lassen sich die Mächtigkeiten des Schrattenkalkes, wie sie sich aus den Angaben von ALB. HEIM (1905: 27) und aus den Profilen von L. E. SCHLATTER (1941) ergeben, sehr gut mit denjenigen aus dem Glärnisch–Silberen-Gebiet vergleichen (cf. p. 49ff. und 65 66 und J. OBERHOLZER 1933: 348—350).

Ebenso kommt die Säntis-Kreide hinsichtlich der Ausbildung der faziesempfindlichen Orbitolinenschichten derjenigen der Mürtschen–Axen–Bächistock–Silberen-Kreide am nächsten. Wenn sich auch in den Säntisketten nirgends mehr eine derart frappante Übereinstimmung zeigt wie zwischen Mattstock und Glärnisch (cf. p. 49), so bewegt sich doch die Faziesänderung in den Unteren Orbitolinenschichten im Sinne einer gegen E sandärmer und kalkiger werdenden, offenbar strandferneren Entwicklung, eine Erscheinung, wie wir sie in fast allen Kreidestufen von W gegen E beobachten.

Besonders auffällig ist die Übereinstimmung in der Mittleren Kreide.

Die Profile aus der Mürtschen-Decke — vom Gänsestad E von Weesen, von Quinten (ARN. HEIM 1910: 228—233 und J. OBERHOLZER 1933: 363) und vom Neuenalpkamm (J. OBERHOLZER 1933: 364, Profile Habergschwend–Talalp und Mullern—Neuenalp) — lassen sich durchaus vergleichen mit denjenigen aus dem nördlichen Säntis-Raum. Selbst das bereits zum nördlichen Axen-Raum zu zählende Gaultprofil vom Kobel N des Seealpsees lässt die fazielle Ähnlichkeit mit den Profilen der Mürtschen-Decke noch klar erkennen, so dass schon ARN. HEIM (1910: 235) bemerkt, dass dieses Profil «geradezu eine überraschende Übereinstimmung mit demjenigen der Mürtschendecke bei Quinten» bekunde und dass wir am N-Rand des Säntisgebirges in der mittleren Kreide den Typus der Mürtschen-Kreide wiederfinden.

Vollkommen mit den Profilen aus der Bä[illegible]stock-Kreide übereinstimmende Faziesentwicklung treffen wir erst in den S[illegible] die Seealpsee-Mulde anschliessenden Räumen, am Weg vom Seealpsee zur Meglisalp, am Lisengrat, in den von ARN. HEIM (1905a: 345, 347 und 1910: [illegible]6) beschriebenen Profilen vom Neuenalpchamm und vom Wänneli. Eine sehr gute Übereinstimmung zeigt sich namentlich hinsichtlich der phosphoritischen Fossilkondensationshorizonte, der Durschlägi-Fossilschicht und der Turrilite[illegible]schicht sowie in der Ausbildung ARN. HEIM's «Überturrilitenschicht» (cf. ALB. HEIM 1905: 23—25 und H. BOLLI 1945: 291—293).

Diese fazielle Übereinstimmung mit der [illegible]ittleren Kreide der Bächistock-Decke wird noch dadurch erhöht, dass sich im westlichen Säntisgebirge zwischen Oberem Schrattenkalk und glaukonitischer Mittelkreide Obere Orbitolinenschichten und echte Brisibreccie einstellen.

So gelangte schon ALB. HEIM für die Fazies des Gault zum Schluss, dass sich die nördliche Säntis-Fazies an diejenige S der Pragelpasslinie, also an die Bächistock–Silberen-Entwicklung, anschliesse, während die südliche Säntis-Fazies sich mit derjenigen N des Klöntales vergleichen lasse. In durchaus analoger Weise erkennen wir auch auf ARN. HEIM's Darstellung der «Faciestypen und Leitlinien der mittleren Kreidebildungen» (1913a: Fig. 98), wie der Raum der nördlichen Säntisketten faziell eng an denjenigen der Mürtschen–Axen–Bächistock-Kreide anschliesst.

Für die Ausbildung des S e e w e r k a l k e s gibt uns ebenfalls bereits ALB. HEIM (1905: 22 und 23) aufschlussreiche Angaben: «Im unteren Teil des Seewerkalkes, meistens 8—15 m über dem Gault, zeigen sich im südlichen Teile des Säntisgebirges stets einige Bänke Seewerkalk pfirsichblütenrot gefärbt, 2 bis 5 m mächtig . . . Den roten Seewerkalk habe ich in der nördlichsten Kette, soviel ich mich erinnere, nirgends gesehen. Er erscheint zuerst an der Marwies. Südlich des Altmann wird er regelmässig und ist von Rossegg bei Wildhaus — oberhalb Abendweid, auf Alpeel und südlich des Hohenkasten eine stä[illegible] Erscheinung.»

Entsprechen nicht auch diese Verhältnisse bis ins feinste Detail dem, was [illegible] im südlichen Axen-Raum antreffen? Eine erste Andeutung in der südlich[illegible] Silberen-Kreide des Urmiberges NW von Brunnen, was schon F. J. KAUFM[illegible] (1872: 55) bekannt war, eine bereits deutlichere Ausbildung dieses Niveau[illegible]

nliche Distanz und die dadurch sich einstellenden faziellen Differenzen zu
cksichtigen wären.
llte sich diese Annahme auch stratigraphisch als richtig erweisen, dann
ste der nördliche, normal von Kreide bedeckte Jurakern der Axen-Decke
Abschnitt Klöntal–Rüchigrat, im Seeztal-Querschnitt der Lüsis-Schuppe
prechen, was mit der Abwicklungsbreite recht gut stimmen würde. Das
ölbe des Bös Fulen fände in der Pli-couché unter der Alp Sennis ihr öst-
s Analogon. Die am Felshügel von St. Jöri NW von Flums prachtvoll auf-
hlossene liegende Liasmulde und das diese Mulde überfahrende Ruchel-
ölbe würden — obwohl deutlich disharmonisch bewegt — die entsprechende
ktur im Lias-Stockwerk darstellen. Dieses wäre somit dem durch einen
itelbruch gestörten Flueberg-Gewölbe im Bösbächital gleichzusetzen (cf.
). Die Sennis-Schuppe müsste dann mit dem südlichen, heute nicht mehr
Kreide bedeckten Abschnitt der Axen-Decke, dem Teilstück zwischen Bös
n–Pfannenstock und Bockalpeli–Glattalp, parallelisiert werden, was wie-
m durch eine auffallend gute Übereinstimmung der beiden Abwicklungs-
en wahrscheinlich gemacht wird. Die Aufwölbung des Älplichopfs ENE
Flums, der im Lias, wie R. TRÜMPY (1949: 22) bemerkt, dem Goferenwand-
ölbe entsprechen dürfte, wäre W der Linth etwa mit den Falten unter den
stöcken vergleichbar.
st die südlicheren Malmschuppen, die Strahlegg-, Vorderspina-, Tschug-
, Gonzen-, Schollberg- und endlich, E des Rheins, die Ellhorn-Schuppe,
den im Seeztal-Querschnitt den südhelvetischen Malm darstellen, der mit

Kreidefazies stellt sich in der Zentralschweiz erst W des Schwalmis, im Gebiet des Gräfimattstand und am Wilerhorn, ein.

Die Kreidehülle der Lüsis-Schuppe dagegen wäre praktisch völlig abgeschert und an den Alpenrand verfrachtet worden. Sie würde uns nach der p. 161 dargelegten Auffassung im Säntisgebirge zwischen der Schwägalp und dem Rotsteinpass entgegentreten; die Kreide des Altmanns dürfte dem Jurakern der nördlichen Sennis-Schuppe entsprechen. Das N von Chammhalde bis Dunkelberndli auftretende Basiselement, M Ic auf den Profilen L. E. SCHLATTER's, und das Ofen-Element (G Ib/M Ib) dürften hingegen noch von der südlichsten Mürtschen-Decke abgeschert worden sein. Für die von der Lüsis-Schuppe abgescherte Kreide ergibt sich aus den Profilen SCHLATTER's eine Abwicklungsbreite von 4—5 km, gemessen im Schrattenkalk und 6—6,5 km im Valanginiankalk.

Im Gebiet zwischen Ortstock und dem hinteren Klöntal stellen wir eine Abwicklungsbreite der Kreidehülle: nicht abgescherte Axen-Kreide, Bächistock- und Silberen-Kreide, von insgesamt 12 km fest, die jedoch ursprünglich nicht ganz ausreichte, um die gesamte Jura-Unterlage bis in die Ortstock-Basis zu bedecken.

Gegen E verschmälert sich die Axen-Kreide zusehends. So beträgt diese im Querschnitt Bächistock–Dejenkette nur noch gut 8 km: 4 km nicht abgescherte Axen-Kreide, 2 km Bächistock-Kreide, etwa 0,2 km für die Untere Silberen-Schuppe am Inneren Fürberg und knapp 2 km Silberen-Kreide am Aubrig.

Noch weiter gegen E verringert sich die Abwicklungsbreite noch mehr. Offenbar geschieht dies auf Kosten einer Zunahme des Churfirsten-Raumes, der vom Wiggis zum Fridlispitz von 7,5 km E der Linth auf nahezu 12 km (Durschlägi–Sichelchamm = 11,5 km) anwächst. Zwischen dem Rossmattertal und den Churfirsten wird der Silberen-Raum daher grösstenteils vom Riseten- und nördlichsten Churfirsten-Raum eingenommen.

Erst im Gebiet von Wildhaus gewinnt der Silberenraum wieder etwas an Breite, wobei der Zusammenhang mit den südlicheren Elementen im Roslen-Gewölbe (G V) zusehends enger wird. Im östlichsten Säntisgebirge stellt sich, zufolge des Ausspitzens dieses Gewölbes am Sämtisersee, mit der Deckfalte des Hohen Kastens wieder eine etwas tiefer greifende Trennung ein.

Aus dem Vergleich und der Verteilung der einzelnen Faziesräume in der Abwicklung lassen sich auch konkrete Werte über die differentiellen Bewegungen ursprünglich übereinander abgelagerter Sedimentserien ermitteln. Differentielle Bewegungen stellen sich in den helvetischen Decken praktisch in allen inkompetenten Horizonten ein, doch sind diese nicht überall vom selben Ausmass und infolgedessen auch nicht von gleicher Auswirkung auf die Tektonik. Von grösserer Bedeutung sind sie in den Aalenianschiefern, in den Schiltschichten, vor allem in der untersten Kreide, im Zementsteinschichten-Öhrlimergel-Valanginianmergel-Komplex und in den Amdenerschichten, während in den Drusbergschichten, in den Unteren Orbitolinenschichten, in den Flubrigschichten und im Seewerkalk nur geringere Differentialbewegungen erfolgten. Diese Erkenntnis liess R. HELBLING (1938) in den Glarneralpen und im St. Galler

Die Raumbreiten W und E des Glarner Verrucano-Schildes

W des Verrucano-Schildes

Kreide-Stockwerk

Stöckli–Nidfurner-Serie	2 km?
Mürtschen-Decke: Forrenstock–Wiggisbasis	
Herberig–Büttenenwand	2 km[1])
Büttenenwand–Baumgartenalp	5 km[3])
Nicht abgescherte Kreide der Axen-Decke	
Sulzberg–Hinter Buchs	4 km[1])
Klöntal–Zeinenfurggel	6 km[3])
Bächistock-Decke	
Schwellaui–Silberenchrüz (LK Pt. 1928)	4 km[1])
Guppenfirn–Radstock	2 km[3])
Untere Silberen-Schuppe	
Vordere Silberenalp (Verkehrtschenkel)	1 km[1])
Obere Silberen-Decke	
Biet–Oberst Twärenen	3 km[1])
Drusberg-Decke	
Fläschlihöchi–Mieseren	6,5 km[2])
Herti (Unteriberg)–Forstberg	8 km[1])
Totale Raumbreite der helvetischen Kreide über der Hauptüberschiebung	23—24 km[1])

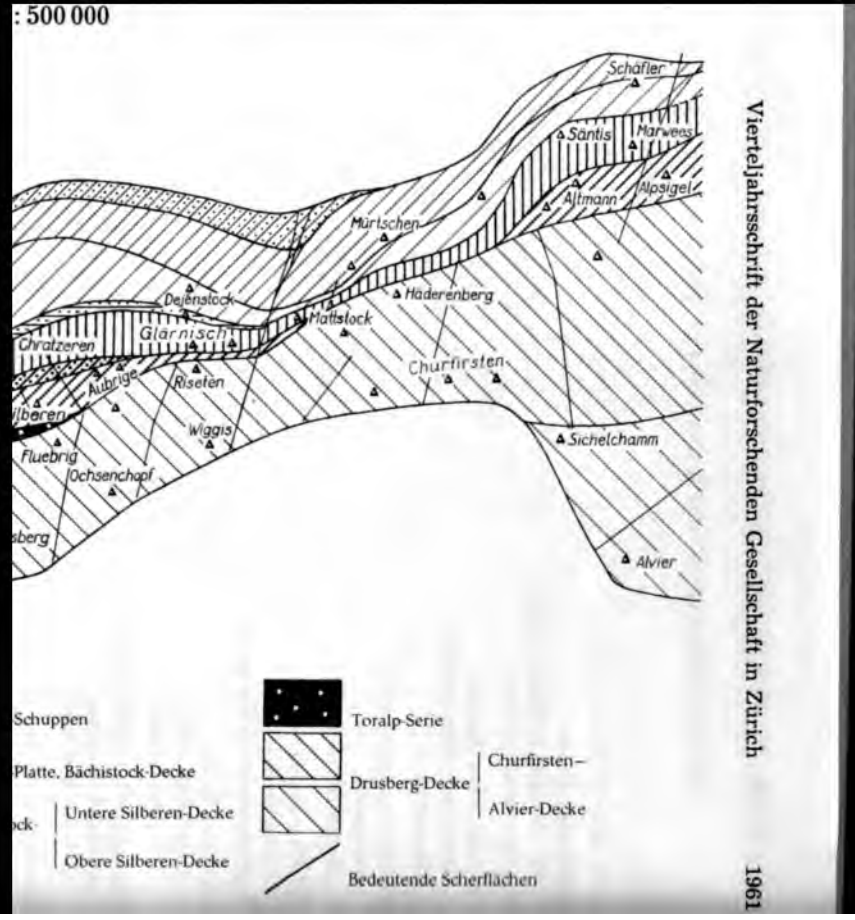
Dogger-Malm-Stockwerk

Stöckli–Nidfurner-Serie	2 km?
Mürtschen-Decke: Forrenstock–Wiggisbasis	
Büttenenwand–Guppen Mittelstafel	5,5 km[4])
Nördlicher Teil der Axen-Decke	
Klöntal–Rüchigrat	6,5 km[4])
Südlicher Teil der Axen-Decke	
Bös Fulen–Bockalpeli (E Ortstock)	6 km[4])
Ortstock–Schuppe	
Ortstock-Furggele–Ortstock	1 km[4])
Höch Turm-Schuppe	
Flätstock–Ortstock-Furggele	1 km[4])
Totale Raumbreite des Dogger-Malm-Stockwerks über der Hauptüberschiebung	22 km[4])

[1]) gemessen im Schrattenkalk
[2]) gemessen im Kieselkalk
[3]) gemessen im Öhrlikalk
[4]) gemessen im Quintnerk

Die Raumbreiten W und E des Glarner Verrucano-Schildes

	E des Verrucano-Schildes
Kreide-Stockwerk	
Mürtschen-Decke	
Fly Gänsestad–Hinter Wisen	5 km[1])
Chammhalde–Ofen	1 km[1])
Frontale Axen-Kreide	
Nördlicher Häderenberg	1,5 km[1])
Girenspitz	1,5 km[1])
Bächistock-Äquivalent	
Mattstock	1 km[1])
Säntis–Rotsteinpass	2,5 km[1])
Silberen-Äquivalent	
Furgglen-Keil	0,5 km[1])
Altmannsattel–Ruchbüel	3 km[1])
Amdener Mulde	
Durschlägi–Chapf	3 km[1])
Zehenspitz–Gulmen	2,5 km[1])
Leiboden–Flügenspitz-Mulde	
Chapf–Leistchamm	3 km[1])
Gulmen–Schöntobel	5 km[1])
Churfirsten-Kette	
Leistchamm–Sichelchamm	5,5 km[1])
Schöntobel–Naus	5 km[1])
Alviergruppe	
Sichelchamm–Weite-Wartau	10,5 km[1])
Totale Raumbreite der helvetischen Kreide über der Hauptüberschiebung	30 km[1])
Dogger-Malm-Stockwerk	
Mürtschen-Decke	
N Quinten–Tscherlach	5 km[4])
Lüsis-Schuppe	
E Alp Schwaldis–Berschis	6,5 km[4])
Sennis-Schuppe	
Alp Sennis–Wissegg	6 km[4])
Strahlegg-Schuppe	
Strahlegg–Stutzchöpf	5 km[4])
Vorderspina-Schuppe	
NE Vorderspina–Sargans	3 km[4])
Tschuggen-Schuppe	
Sattel–Follaplatten	2 km[4])
Gonzen–Schollberg-Schuppe	
Gonzen–Rheintal	2,5 km[4])
Totale Raumbreite des Dogger-Malm-Stockwerks über der Hauptüberschiebung	30 km[4])


: 500 000
Schäfler
Säntis
Marwees
Altmann
Alpsigel
Mürtschen
Dejenstock
Häderenberg
Mattstock
Glärnisch
Chratzeren
Churfirsten
Aubrige
Riseten
Wiggis
Fluebrig
Ochsenchopf
Sichelchamm
Alvier
Schuppen
Platte, Bächistock-Decke
Untere Silberen-Decke
Obere Silberen-Decke
Toralp-Serie
Drusberg-Decke
Churfirsten–
Alvier-Decke
Bedeutende Scherflächen

Oberland den Stil der Überfaltungsdecken ALB. und ARN. HEIM's sowie J. OBERHOLZER's Überschiebungsdecken in eine Stockwerk-Tektonik mit Abscherungsdecken abwandeln.

Im Kreidestockwerk ergibt sich für die Verfrachtung der Kreide des nördlichen Häderenbergs, von der Stirn der Lüsis-Schuppe bis zum Thur-Durchbruch, 5—6 km, für den südlichen Häderenberg von der Sennis-Schuppe rund 7 km.

Für die Aubrige erhalten wir eine Sekundär-Verfrachtung — gegenüber der heutigen Lage der Silberen-Decke — von 12—13 km; genau denselben Wert finden wir auch für die Kreide des Urmiberges gegenüber der Silberen-Kreide des Chaiserstock; bezüglich der ursprünglichen Malm-Unterlage ergibt sich eine Verfrachtung von gegen 20 km.

Die Rigi-Hochflue dagegen wäre gegenüber der korrespondierenden Herbizugegg-Serie bei Sisikon nur um etwa 8 km nordwestwärts bewegt worden. Für die Tomlishorn-Serie des Pilatus konstatieren wir eine Verfrachtung von 20 km und für diejenige des Klimsenhorns eine solche von 18 km.

Zur Nomenklatur der helvetischen Decken zwischen Vierwaldstättersee und Säntis

Mit der Deutung der helvetischen Kalkalpen im Sinne der Deckentheorie unterschied M. LUGEON (1902) zwischen Vierwaldstättersee und Glarnerland drei grosse tektonische Einheiten: die «nappe inférieure de Glaris», die «nappe du sommet du Glärnisch-Deyenstock-Silbern» und die «nappe supérieure de Glaris», welche er zwischen Sihl und Linth in eine «nappe du Wiggis», eine «nappe du Rädertenstock» und eine «nappe du Fluhberg» noch weiter gliedern zu können glaubte.

In der Vierwaldstättersee-Gegend hielten A. TOBLER und A. BUXTORF (1905, 1906) und A. BUXTORF (1907, 1908, 1910) ebenfalls drei Einheiten auseinander: eine «Südliche Kreidekette», die Axen-Decke — durch die «Tertiärmulde» des Axenmättli in einen S- und einen N-Lappen unterteilt —, eine «Mittlere Kreidekette», die Drusberg-Decke, und eine «Nördliche Kreidekette», die Randkette, bestehend aus der Bürgenstock- und der Pilatus-Teildecke.

Im Glarnerland hatte ARN. HEIM (1905b), basierend auf den Untersuchungen M. LUGEON's und J. OBERHOLZER's, folgendes Deckenschema aufgestellt:

Drusberg-Decke, die «nappe du Fluhberg» M. LUGEON's
Räderten-Decke, als oberer Lappen der Säntis-Decke
Säntis-Decke, die «nappe du Wiggis» M. LUGEON's
Mürtschen-Decke, als höhere Zweigdecke der Glarner-Decke
Glarner-Decke

Urirotstockgruppe von WSW

Am rechten Bildrand, im Mittelgrund: die Geissberg–Schlossberg-Kette — Autochthone Sedimenthülle, steil N-fallender Malm und darüber transgredierendes Eozän.
Der Bergwald und die gleichmässig abfallenden Weiden der Fürrenalp (rechte untere Bildecke) gehören zur komplexen Flyschzone, die vom Jochpass über den Surenenpass zieht, den tiefsten Sattel zwischen Schlossbergkette und Blackenstock (heller Gipfel über dem südlichsten Firnfeld der Urirotstockgruppe).
Über der Fürrenalp erhebt sich der helle Felsgipfel des Wissberg — Malm der Gitschen-Decke (Wissberg-Linse).
Über dem N anschliessenden, schutterfüllten Kar erst die Verkehrtserie der Unteren Urirotstock-Decke (=Axen-Decke) — vorwiegend Malm; darüber die Normalserie: in sich verfalteter Lias — an der S-Flanke des Blackenstocks, Dogger — Unterbau des Hahnen, der Gipfel über der gegen NW auskeilenden Wissberg-Linse, Malm — die N anschliessenden, unwirtlichen Hochflächen aufbauend, und kleinere Vorkommen von Zementsteinschichten. Gegen den linken Bildrand stellt sich eine deutliche Stirnumbiegung ein.
Die Gipfelkappe des Hahnen (Bildmitte) besteht aus Lias der Oberen Urirotstock-Decke (= Drusberg-Decke), diejenigen der nördlichen Urirotstock-Gruppe: Hasenstock (linker Bildrand), die beiden Gipfelpyramiden, Engelberger- und Uri-Rotstock (vor der nördlichen der kleinen Wolken über dem Reusstal), aus deren Dogger.
Dahinter, gegen die Glarner Alpen, erkennen wir das zum Klausen ansteigende Schächental mit sanfter abfallenden Flyschhängen und darüberliegenden Jura-Stockwerken. Unterbau: Jura der Axen-Decke; gegen den linken Bildrand stellt sich die Kreide ein. Die breiteren hellen Kalkbänder bestehen aus in sich verschupptem Öhrlikalk (Äquivalent der Radstock-Schuppen), die Gipfel der Schächentaler Windgällen (hinter dem Surenenpass) aus Jura der Drusberg-Decke.
Die Berge in der oberen linken Bildecke werden aus Kreide der Drusberg-Decke aufgebaut. Die flache, hell anwitternde Kuppe: die [illegible]en-Decke; etwas rechts dahinter: der Glärnisch mit seinem Firn — Bächistock-Decke.

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

Pilatus von NE

Im Vordergrund (rechts) der nördlichste Pilatusgipfel, das Klimsenhorn — S-fallender Hohgantsandstein und Globigerinenschiefer der Klimsenhorn-Serie (= Axen-S-Lappen); S anschliessend das aufgebrochene Tomlishorn-Gewölbe (= Axen-N-Lappen) mit Valanginianmergel im Kern — in der Mitte zwischen Klimsensattel (links davon das Hotel) und dem S anschliessenden Felsgrat Oberhaupt (Bildmitte)–Tomlishorn (höchster Pilatusgipfel); am Aufstieg zum Oberhaupt: schmächtiger Valanginiankalk — dünnes helles Kalkband — Gemsmättlischicht, massiger Kieselkalk, mergelige Drusbergschichten, Unterer Schrattenkalk — den Gipfelgrat Oberhaupt–Tomlishorn aufbauend. Bis zur Aufschiebung des ebenfalls von Streckungsbrüchen durchscherten Esel-Gewölbes stellen sich Untere Orbitolinenschichten, Oberer Schrattenkalk und, im Kern beim alten Pilatus-Gasthaus, eozäne Sandsteine und Schiefer ein.
Auf die nächste Eozänmulde, die Laubalp-Mulde, wurde im Matthorn — verkehrtliegender, durch Untere Orbitolinenschichten gegliederter Schrattenkalk — das südlichste Pilatus-Element, das Matthorn–Krummhorn-Element (= Hochflue-Schuppe, Bächistock-Decke) aufgeschoben.
Im Hintergrund, W der zum Brünigpass ansteigenden Obwaldner Talung mit Sarner- und Lungernsee, Wilerhorn und Brienzer Rothorn (über dem Oberhaupt) — Kreidegewölbe der helvetischen Wildhorn-Decke.
Am Horizont die Berner Alpen — autochthoner Sedimentmantel und subhelvetische Doldenhorn-Decke (über dem Matthorn: der Eiger, rechts davon: die Jungfrau).

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

Bürgenstock von W

mit gegen NE sich heraushebender Kreide/Eozän-Mulde und S anschliessendem Gewölbe der Bürgenstock-Teildecke (= Silberen-Decke); vor der ersten Waldkrete und S des Sporns von Kehrsiten (linker Bildrand) das durch den Streckungsbruch von Stansstad (rechts unten) vom Lopper — dem östlichen Ausläufer des Pilatus — getrennte Matthorn-Krummhorn-Element (= Hochflue-Schuppe, Bächistock-Decke).
Über die Nasen, wo ein weiterer Streckungsbruch die Verbindung der Seebecken von Weggis-Vitznau (links) und Gersau (Bildmitte) des Vierwaldstättersees herstellt, setzt sich der Bürgenstock nach E in die steil S-fallende südliche Schuppe des Vitznauerstocks fort und verspringt an einem weiteren Streckungsbruch in die Hochflue. Der bewaldete Gipfel des Vitznauerstocks wie der Gipfelgrat der Hochflue über der waldfreien Schulter gehören dagegen der ebenfalls steil S-fallenden Hochflue-Schuppe an. In der Sattelzone liegt dieses nördliche Element der Randkette über schmächtigem Randflysch auf weniger steil S-fallender Molasse-Nagelfluh der Rigi aufgeschoben.
Über dem S-Ufer des Beckens von Gersau stirnt die Drusberg-Decke mit den drei treppenartig übereinander geschobenen Falten: Seelisberg, Niederbauen-Chulm, Oberbauenstock. Durch Brüche in der Kulminationszone des Urnersees — des um das Seelisberger Gewölbe nach S abdrehenden Seearmes — wurden ihre östlichen Äquivalente: Axenstein, Fronalpstock, Huserstock stärker nordwärts bewegt. S des Riemenstaldner Tales tauchen nicht abgescherte Axen-Kreide, Äquivalente der Bächistock- und Silberen-Decke der Axen–Chaiserstock-Kette nach N ab. Von der Urnersee-Kulmination fallen die Faltenaxen gegen E zur Bisistal-Depression ab — vor ihr liegen die Klippen der Mythen (zwischen Hochflue) —, während sie gegen W zur Hasli–Brünig-Depression ab Klippen des Buochserhorns (dessen bewaldeter nördlicher Sporn und der Klewenalp (vor dem Oberbauen).
Am Horizont (zwischen Hochflue und Fronalpstock) der Glärnisch, rechts davor: Silberen — Silberen-Decke —, weiter rechts, am H der Axen-Decke.

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

d damit der Zusammenhang von Axen-N-Lappen und Axen-ecke der Glarneralpen einerseits und von Axen-S-Lappen d Mürtschen-Decke andererseits durch dazwischenliegende Auf-hlüsse gestützt werden könnte. Immerhin kommt dieser Parallelisation gleich-hl eine hohe Wahrscheinlichkeit zu.

Wie ein Vergleich der Kleintal-Serie der Urirotstockgruppe mit der ammlistock-Decke des Klausengebietes gezeigt hat, entsprechen h diese beiden Elemente sowohl faziell als auch stellungsmässig. Die Kammli-ck-Decke wäre damit als nördlichstes, verschiedentlich allerdings unter die lvetische Hauptüberschiebung geratenes Element der Axen-Decke zu be-chten, während sie von R. STAUB (1954) noch als zum subhelvetischen Cla-den-System gehörig aufgefasst wurde.

In der Urirotstockgruppe und in der Gegend von Engelberg konnte festge-llt werden, dass die bisher als Untere Urirotstock-Decke aus-schiedene Decke nicht nur als Jurakern des Axen-S-Lappens aufzufassen ist, ndern den Jurakern der gesamten Axen-Decke vertritt, wäh-nd die bisher stets als Jurakern des Axen-N-Lappens betrachtete Obere rirotstock-Decke bereits den Jurakern der Bauen-Bri-:n-Kreide und damit der Drusberg-Decke darstellt.

Auch im Gebiet der Schächentaler Windgällen und im Bereich zwischen latten und Höch Turm stellt sich über der Juraserie der Axen-Decke noch-ls eine höhere Juraserie ein, die, ganz analog wie im Urirotstockgebiet, mit ner Verkehrtserie beginnt, einem linsenförmig ausgewalzten und stellen-ise mit den liegenden Zementsteinschichten verschuppten Quintnerkalk, der s eine Art «höchstem Lochseitenkalk» aufgefasst werden kann. Während ese höhere Juraserie W der Reuss, am Hahnen, E von Engelberg, noch mit as beginnt, treten E der Reuss nur noch Schiltschichten als tiefstes Schicht-ied auf. Sie ist ohne Zweifel als Jurakern der Drusberg-Kreide zu interpre-:ren, die bei deren Vormarsch in verschiedenen Horizonten abgeschert und rschieden weit mitgeschleppt wurde.

Versuchen wir die einzelnen Jura- und Kreide-Deckenelemente abzuwickeln, stellen wir fest, dass diese höhere Juraserie — selbst bei Annahme sehr stark trisch verlaufender Abscherungsflächen — als ursprüngliche Unterlage für e gesamte Drusberg-Kreide nicht ausreicht. Sehr wahrscheinlich dürfte daher r nördlichste Bereich der Drusberg-Kreide, vor allem etwa das Stirngewölbe r Drusberg-Decke, dessen Schichtserie meist nur bis in die Drusbergschich-n oder bis in den Kieselkalk des Hauterivian hinunter aufgeschlossen ist, ur-rünglich bereits auf dem südlichsten Axen-Jura zur Ablagerung gelangt sein. ei der listrischen Durchscherung der Sedimentserien und der damit in die ege geleiteten Deckenbildung wäre dann der schmächtigere und infolge-ssen leichter deformierbare N-Teil der Drusberg-Kreide zwischen dem Engel-rger Tal und dem Wägital zum Stirngewölbe verformt worden, während gen E, wo immer weitere, faziell nördlichere Kreideserien an den Alpenrand rfrachtet worden sind, sich eine isoklinal daran angeschobene Muldenstruk-r einstellt.

Säntisgebirge von SW

Im Vordergrund der bewaldete Rücken des Häderenberges, der durch den Thur-Durchbruch von Starkenbach (rechts unten) / Stein vom Säntisgebirge getrennt wird. Sein N-Abhang muss als von ihrer Jura-Unterlage abgescherte und an den Alpenrand verschleppte Axen-Kreide aufgefasst werden, während der S-Hang mit dem Gipfelkamm den aufgeschobenen S-Schenkel der nach E in die Flysch-mulde von Wildhaus (rechter Bildrand) sich fortsetzenden Synklinale der Churfirsten-Platte darstellt.

E des Thur-Durchbruches setzt sich der nördliche Häderenberg in die nördlichste Säntiskette fort, die im Girenspitz, dem nördlichen Vorgipfel des Säntis, kulminiert. S daran schiebt sich eine komplex gebaute Schuppe, die der Bächistock-Decke gleichzusetzen ist. Ihr gehören Säntisgipfel, der gegen S zum Rotsteinpass abfallende Lisengrat sowie die in der Passlücke eben noch erkennbare Marwees an. Eine tende, im Gelände klar hervortretende tektonische Trennung verläuft durch das Tal des Gräppelensees (links der Bildmitte) hinauf z s[illegible] Sattel zwischen Säntis und Altmann. Dadurch wird das Säntisgebirge in einen nördlichen Abschnitt mit vorherr idem Schuppenbau und einen südl[illegible]en, sich mehr d[illegible]inen engradigen Faltenstil auszeichnenden Abschnitt unter-

ete Kette: Schwendigrat–Lauiberg–Stein (Bildmitte) stellt die [illegible] g des südlichen Häderenberges dar. W der Thur angedeutete Mulde verstärkt sich nach NE zusehends, so dass sich das südlichste Säntiselement, das Gulmen-mmer deutlicher heraushebt.

Mit dem Wildhuser Schafberg und dem dahinter emporragenden Altmann erscheint NE des Steins ein neues tektonisches Element, das faziell und stellungsmässig mit der Silberen-Decke verglichen werden kann.

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

liegende Malmserien abgetrennt werden. Während die tiefere die Ortstock-Schuppe darstellt, ist die höhere als ein im S zurückgebliebenes Äquivalent der Höch Turm-Schuppe zu betrachten. Beide Schuppen sind, wie die Gipfelserie der Schächentaler Windgällen, als Jurakerne der Drusberg-Decke aufzufassen.

Im Malm der Charetalp gelang es, eine bedeutende Scherfläche festzustellen, die von der Bützi WNW Braunwald über Gletti–Chilchbüelen–Heidenstäfeli–Robutzli bis zum Chupferberg durchgehend zu verfolgen ist.

Von der Davidsätz-Falte im hinteren Bösbächital steigt eine weitere auffällige Scherfläche hinauf zum Bösen Fulen, quert den Gipfelgrat und lässt sich S des Schafstöckli über Brunalpeli–Stöllen nach Bärensol im Bisistal verfolgen. Wie aus den Abwicklungsbreiten hervorgeht, stellen diese beiden Scherflächen die bis in den Jura hinuntergreifenden Auftrennungen dar, welche im Kreide-Stockwerk — dank des Abscherungshorizontes der Zementsteinschichten — zur Ausbildung von Kreide-Teildecken, zur Bächistock-Decke und zu den Silberen-Decken, führten.

Im Gebiet des westlichen Glärnisch konnten von den neulich von C. SCHINDLER festgestellten persistenten Brüchen der Hochtor-Bruch und die Vorderglärnisch-Brüche weiter gegen W verfolgt werden.

Während im östlichen Silberen-Gebiet der bereits von J. OBERHOLZER erkannte Deckenbau im wesentlichen bestätigt werden konnte, drängte sich für den W-Abfall gegen das Bisistal eine etwas abweichende tektonische Zuordnung auf. Eine direkte «synklinale» Verbindung der Oberen Silberen-Decke mit der Toralp-Serie (= überdrehte und überfahrene Verkehrtserie der Drusberg-Kreide) muss abgelehnt werden. Sowohl auf der E-Seite wie auf der W-Seite konnten bedeutende Scherflächen beobachtet werden, die mit den Vorderglärnisch-Brüchen vergleichbar sind.

Am Wasserberg gelang es, die im Silberengebiet unterschiedenen Einheiten wieder zu erkennen.

In der Chaiserstock-Axen-Kette lassen sich bis zum Chaiserstock sämtliche tektonischen Elemente des Silberengebietes verfolgen. Vom Chaiserstock gegen W sind dagegen nur noch die nicht abgescherte Axen-Kreide, Äquivalente der Radstock-Schuppen und der Bächistock-Decke vertreten. Die Silberen-Decke konnte sich über der Urnersee-Kulmination nicht mehr auf der Axenkette halten und wurde an der Basis der Drusberg-Decke an den Alpenrand verfrachtet, wo sie im Urmiberg bei Seewen wieder auftaucht.

In der Urirotstockgruppe konnte dargelegt werden, dass die Untere und die Obere Urirotstock-Decke nicht mit den durch die «Tertiärmulde» des Axenmättli getrennten Axen-N- und Axen-S-Lappen zu verbinden sind, sondern dass die Untere Urirotstock-Decke dem Jurakern der gesamten Axen-Decke entspricht, während die Obere Urirotstock-Decke als Jurakern der Drusberg-Decke aufzufassen ist.

Im Gebiet von Engelberg ist die von L. MAZURCZAK gegebene Parallelisation dahin zu korrigieren, dass die Falten des Scheideggstockes nicht mit denjenigen der Wallenstöcke und damit mit der Oberen Urirotstock-Decke zu verbinden sind, sondern als von ihrem Liaskern abgeschürfte und vorgefahrene

Geologische Profile durch die helvetischen Kalka zwischen Obwalden und dem St. Galler Rhein

Maßstab 1:75 000

Signaturen der unterschiedenen Schichtglieder

Tertiär

Subalpine Molasse

Hohgantsandstein, Globigerinenschiefer
Assilinengrünsand, Nummulitenkalk

Kreide

Amdenerschichten, Wangschichten

Seewerkalk, Seewerschiefer

Mittlere Kreide (Luitere Zug-Turrilitenschicht)

Schrattenkalk — Obere Orbitolinenschichten / Untere Orbitolinenschichten

Altmannschichten, Drusbergschichten

Kieselkalk, Echinodermenbrekzie

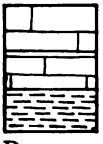
Valanginiankalk

Valanginianmergel

Öhrlikalk (inkl. Obere Öhrlimergel) } Palfriesschiefer

Untere Öhrlimergel, Zementsteinschichten }

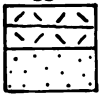
Malm



Quintnerkalk mit «Mergelband»

Schiltschichten

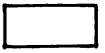
Dogger



Echinodermenbrekzie, Blegioolith

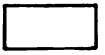
Aalenianschiefer, Eisensandstein

Lias



Infralias-Sexmorserie

Trias



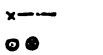
Melsersandstein, Rötidolomit, Quartenschiefer

Perm

Verrucano

Kristallin des Aarmassivs

Lochseitenkalk



Schubflächen — persistente Brüche

Transversalstörungen ····· Beginnende Durch

Legende der Tektonischen Elemente siehe letzte Profiltafe

...stock–Silberen–Glärnisch/Aubrige	Walensee–Thur	Säntisgebirge
...erstock–Nussbüel–Nidfurn–Stöckli ...listock–Geisstritt/Wiggisbasis	Fly–Fuchsboden/ Alp Säls	Chammhalde–Ofen
...t abgescherte Axen-Kreide	Schwaldis/ Nördl. Häderenberg	Neuenalpchamm– –Silberplatte–Öhrli– –Schäfler
...istock Dorlaui	Mattstock	Schwarzchopf–Säntis–Rossmad–Marwees
...ren Aubrige	Furgglen	Wildhuser Schafberg–Altmann–Hundstein
...renchopf–Fluebrig/Schiberg/Riseten	Durschlägi– Südl. Häderenberg	Schwendigrat–Roslenfirst–Sämtisersee

ostwärts ergibt sich zunächst der Zusammenhang bis zum Fluebrig (cf. p. 138 139). Dabei schalten sich, wie gegen W, da und dort sekundäre Elemente ein, die das tektonische Bild komplizieren.

In den Wägitaler Bergen wurden seit M. LUGEON stets drei Teildecken unterschieden: Wiggis-(Säntis-) Decke, Räderten-Decke und Drusberg-Decke. Die Existenz von drei selbständigen Teildecken ist jedoch, wie die Untersuchungen gezeigt haben, höchst problematisch, vielmehr sind die deckentrennenden Täler: Wägital und Oberseetal auf bereits während der Deckenbildung existierende Brüche zurückzuführen, so dass in diesem Abschnitt effektiv nur eine einzige, an Brüchen treppenartig ostwärts abgesunkene Decke, die Drusberg-Decke, vorliegt.

Damit lassen sich nun die Strukturen der Drusberg-Decke vom Fluebrig weiter nach E über das Linth- und das Walenseetal bis in die Churfirsten–Alvier-Kette verfolgen (cf. p. 139).

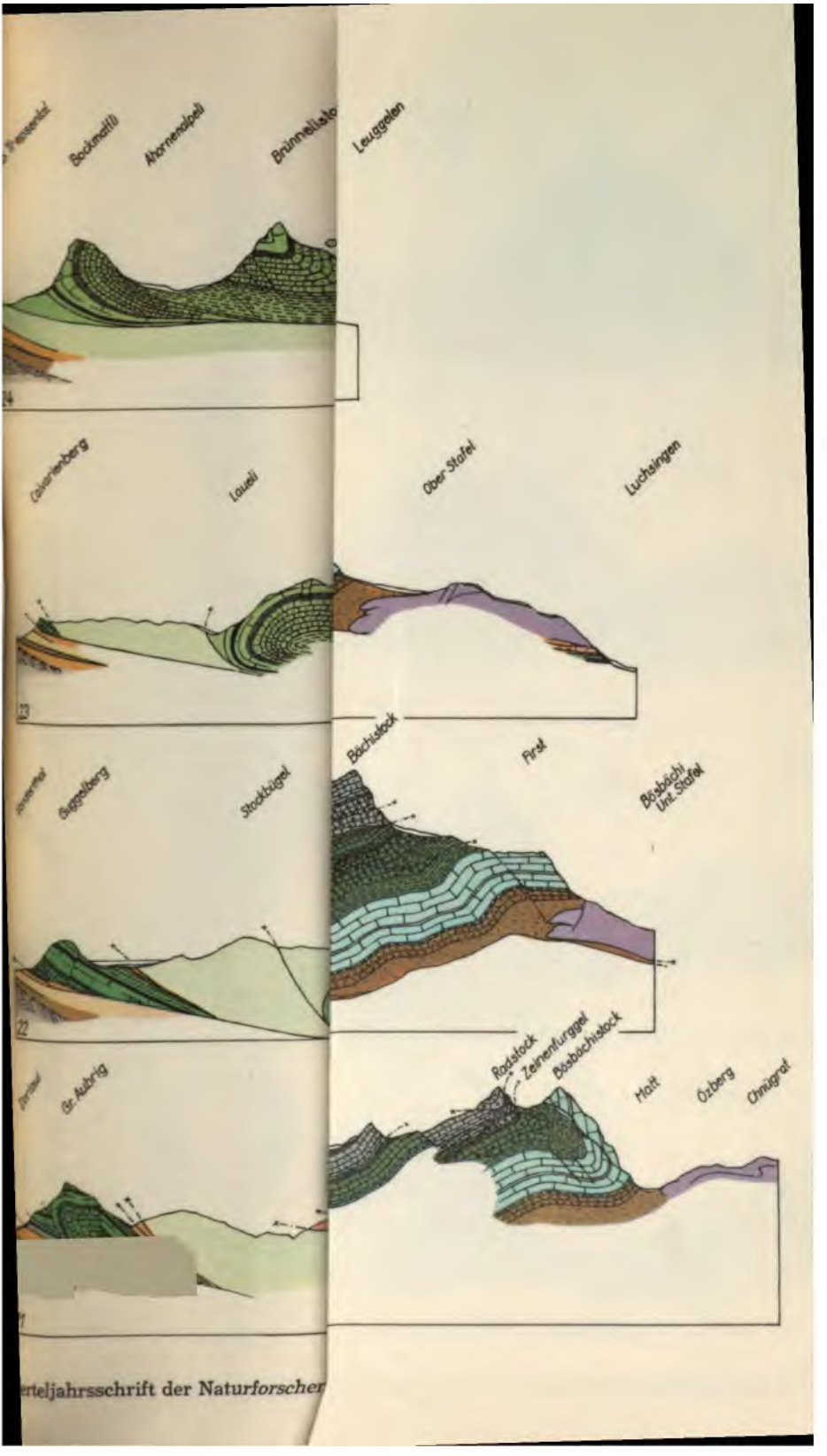
Die Aubrige wurden, analog wie der Urmiberg vom Chaiserstock, von der östlichen Silberen abgeschert und an der Basis der höheren Decken an den Alpenrand geschleppt.

Ein ähnliches Schicksal erfuhr der Mattstock, der am östlichen Glärnisch von der Bächistock-Decke abgeschert wurde, da sich offenbar diese höhere Kreideserie über der zur Verrucano-Kuppel ansteigenden Glarner Kulmination nicht mehr zu halten vermochte.

ARBENZ, P. (1910): Tektonische Stellung der Urirotstockgruppe. Eclogae geol. Helv. *11*/3: 287 und Verh. schweiz. naturf. Ges. Basel: 232/233.
— (1912a): Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. Verh. schweiz. naturf. Ges. Altdorf: 95—122.
— (1912b): Beobachtungen über die Wangtransgression. Eclogae geol. Helv. *11*/6: 775—779.
— (1913a): Die Faltenbogen der Zentralschweiz. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *58*: 15—34.
— (1913b): Über ein Konglomerat aus dem Callovien der Urirotstockgruppe. Eclogae geol. Helv. *12*/5: 671/672.
— (1913c): Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Obwaldner Alpen vom 10. bis 13. September 1913. Eclogae geol. Helv. *12*/5: 689—721.
— (1918): Die vermeintliche Querverschiebung bei Interlaken. Mitt. naturf. Ges. Bern (1917): 3—15.
— (1921): Geologischer Bau der Urirotstockgruppe. Mitt. naturf. Ges. Bern (1920), Sitzungsber.: VIII—XIV.
— (1929): Der geologische Bau der Kalkalpen zwischen Obwalden und dem Berner Oberland. Mitt. naturf. Ges. Bern (1928), Sitzungsber.: VI—X.
— (1934a): Die helvetische Region. Geol. Führer Schweiz *2*: 96—120. Basel (Wepf).
— (1934b): Exkursion Nr. 59: Engelberg–Fürrenalp–Nieder-Surenen–Engelberg. Geol. Führer Schweiz *10*: 768—775.
— (1934c): Exkursion Nr. 60: Engelberg–Jochpass–Engstlenalp–Frutt–Melchtal–Sarnen. Geol. Führer Schweiz *10*: 776—789.
ARBENZ, P., und BUXTORF, A. (1934): Exkursion Nr. 58: Frohnalpstock–Axenstrasse. Geol. Führer Schweiz *10*: 756—767.
ARBENZ, P., SCHUMACHER, J., und LEUPOLD, W. (1938): Über die Zusammensetzung der Wildflyschzone bei Engelberg (Obwalden). Eclogae geol. Helv. *31*/2: 384/385.
BÄCHLE, J. (1952): Geologische Wanderung durch die Rophaien–Kaiserstock-Kette. Manuskript, dep. Sekt. Mythen S.A.C., Schwyz u. Lidernenhütte.
BALTZER, A. (1873): Der Glärnisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues. Zürich (C. Schmidt).
— (1895): Ist das Linthtal eine Grabenversenkung? Mitt. naturf. Ges. Bern: 267—274.
— (1899): Zum geologischen Bau des Glärnisch. Z. dt. geol. Ges. *51*/2: 327—334.
BAUMBERGER, E., und HEIM, ARN. (1907): Palaeontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valangien-Hauterivien-Grenze im Churfirsten–Mattstockgebiet, mit einigen Bemerkungen über die Stratigraphie der analogen Schichten der Zentralschweiz, von A. BUXTORF. Abh. schweiz. paläontol. Ges. *34*/2.
BECK, P. (1911): Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *29*.
BENDEL, L. (1942): Geologie und Hydrologie des Axentunnels der SBB. Schweiz. Bau-Z. *119*/24: 279—282.
BENTZ, F. (1948): Geologie des Sarnersee-Gebietes (Kt. Obwalden). Eclogae geol. Helv. *41*/1: 1—78.
BERTRAND, M., et GOLLIEZ, H. (1897): Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. Bull. Soc. géol. France (3) *25*: 568—595.
BIRCHER, W. (1935): Studien im oberen Bajocien der Ostschweiz (Glarner- und St. Galler Alpen). Diss. Univ. Zürich. Kairo (Safarowsky).
BLUMER, E. (1905): Östlicher Teil des Säntisgebirges. In: HEIM, ALB. (1905): Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *16*: 518—638.
— (1907): Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *51*: 473—480.
BOLLER, K. (1959): Die Geologie der Klewenalpklippe. Diplomarb. ETH, dep. Geol. Inst., Zürich.
BOLLI, H. (1945): Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken. Eclogae geol. Helv. *37*/2: 217—328.
BOUSSAC, J. (1912): Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. Carte géol. France.

BUXTORF, A. (1934d): Über ein Transgressionskonglomerat des Lutétien im östlichen Pilatusgebiet. Verh. schweiz. naturf. Ges. Zürich: 318/319.
— (1952): Orientierung über die Geologie der Berge am Vierwaldstättersee und die Probleme der Entstehung des Sees. Verh. schweiz. naturf. Ges. Luzern (1951): 81—85.
— (1957): Erläuterungen zu Blatt 3: Zürich–Glarus. Geologische Generalkarte der Schweiz, 1 : 200 000. Geol. Komm.
CADISCH, J. (1953): Geologie der Schweizeralpen. 2. Aufl., Basel (Wepf).
ESCHER, ARN. (1841): Geologische Carte des Cantons Glarus und seiner Umgebungen, nebst Profilen. Verh. schweiz. naturf. Ges. Zürich: 54—62.
— In BLUMER, J. J., und HEER, O. (1846): Gebirgskunde. In: Gemälde der Schweiz 7. Der Kanton Glarus. St. Gallen und Bern: 51—90.
— (1831—1872): Geologische Tagebücher und Zeichnungen. Dep. Geol. Inst. ETH, Zürich.
— (1878): Geologische Beschreibung der Sentis-Gruppe. Beitr. geol. Karte Schweiz *13*.
ESCHER, H. C. (1807): Geognostische Nachrichten über die Alpen, in Briefen aus Helvetien. Erster Brief: Profilreise von Zürich bis an den Gotthard. In: Alpina von C. U. VON SALIS und JOH. RUD. STEINMÜLLER *2*: 20—23.
EUGSTER, H. (1934): Exkursion Nr. 74: Säntis (Alpstein). Geol. Führer Schweiz *12*: 889—905.
EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H., und SAXER, F. (1960): Erläuterungen Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25 000, Blatt St. Gallen–Appenzell *23*. Schweiz. Geol. Komm.
FICHTER, H. J. (1934): Geologie der Bauen–Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malms der helvetischen Decken. Beitr. Geol. Karte Schweiz [NF] 69.
FREI, R. (1956): Die Flyschbildungen zwischen Alptal und Gätterli. Diplomarb. ETH, dep. Geol. Inst., Zürich.
FREULER, G. (1925): Geologie des Mürtschenstocks. Beitr. geol. Karte [NF] *54/4*.
— (1949): Geologie. In: Klausenstrasse Flüelen–Altdorf–Linthal. In: Schweiz. Alpenposten, PTT, Bern.
FREY, F. (1958): Geologische Untersuchungen am Chamerstock (Kanton Glarus). Diplomarb. ETH, dep. Geol. Inst., Zürich.
FRÖHLICHER, H. (1960): cf. EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H., und SAXER, F.
GANZ, E. (1912): Stratigraphie der mittleren Kreide (Gargasien, Albien) der oberen helvetischen Decken in den nördlichen Schweizeralpen. Denkschr. schweiz. naturf. Ges. *47/1*.
GERBER, M. (1930): Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreidegrenze in der Zentralschweiz. Eclogae geol. Helv. *23/2*: 497—547.
GOLDSCHMID, K. (1927): Geologie der Morgenberghorn–Schwalmerngruppe bei Interlaken. Mitt. naturf. Ges. Bern: 195—268.
GÜNZLER-SEIFFERT, H. (1952): Alte Brüche im Kreide/Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhone und Rhein. Geol. Rundschau *40/2*: 211—239.
HAGEN, T. (1952): Das westliche Säntisgebirge photogeologisch gesehen und bearbeitet. Ber. st. gall. naturw. Ges. *74/3*: 1—48.
HANTKE, R. (1949): Geologische Untersuchungen im Silberngebiet (Kantone Schwyz und Glarus). Diplomarb. ETH, dep. Geol. Inst., Zürich.
— (1958a): Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit. Eclogae geol. Helv. *51/1*: 119—149.
— (1958b): Helvetische Kreide. Berner Oberland–Zentralschweiz–Ostschweiz. In: Stratigraphisches Lexikon der Schweiz, dep. Geol. Komm. Basel (Manuskr.).
— (1959): Der spätglaziale Vorstoss des Glärnischgletschers. Geogr. Helv. *14/2*: 76—78.
— (1960): Zur Jura/Kreide-Grenze im mittel- und südhelvetischen Faziesbereich der Ostschweiz. Eclogae geol. Helv. *52/2*: 547—554.
HAUSWIRTH, W. (1913): Geologie der Gebirge südlich von Muotatal, Kaiserstock und Wasserberg. Eclogae geol. Helv. *12/4*: 601—662.
HEER, O. (1865): Die Urwelt der Schweiz. Zürich (Schulthess), 2. Aufl. 1879.
HEIM, ALB. (1878): Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi–Windgällengruppe. Basel.
— (1882): Liegende Falten an der Silberen. Verh. schweiz. naturf. Ges. Linthal: 34.

ALB. (1883): Excursion de la Société géologique suisse en août 1883 (Axenstrasse, Windgälle). Arch. sci. phys. natur. Genève (3) *10*: 533/534.
(1891): Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. geol. Karte Schweiz *25*.
(1905): Das Säntisgebirge. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *16*.
(1919—1922): Geologie der Schweiz. Leipzig (Tauchnitz).
ARN. (1905a): Der westliche Teil des Säntisgebirges. In: ALB. HEIM (1905): 313—517.
(1905b): Zur Kenntnis der Glarner-Überfaltungsdecken. Z. dt. geol. Ges. *57*: 89—118.
(1906): Die Erscheinungen der Längszerreissung und Abquetschung am nordschweizerischen Alpenrand. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *51*: 462—472.
(1907a): Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *52*: 484—499.
(1907b): cf. BAUMBERGER, E., und HEIM, ARN.
(1907c): Die Erscheinungen der Längszerreissung und Abquetschung in den Kreideketten am nordschweizerischen Alpenrand. Eclogae geol. Helv. *9/3*: 384/385.
(1907d): Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Eclogae geol. Helv. *9/3*: 386/387.
(1908a): Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Abh. schweiz. paläontol. Ges. *35*.
(1908b): Über das Profil von Seewen–Schwyz und den Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *53*: 377—386.
(1909): Sur les zones paléontologiques et lithologiques du Crétacique moyen dans les Alpes suisses. Bull. Soc. géol. France (4) *9*: 101—127.
(1910, 1913a, 1916a, 1917): Monographie der Churfirsten–Mattstockgruppe. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *20/1—4*.
(1913b): Das Valangienprofil der Drusbergdecke am Pragelpass. Eclogae geol. Helv. *12/4*: 614.
(1916b): Über Abwicklung und Facieszusammenhang in den Decken der nördlichen


Bockmattli
Ahornenalpeli
Leuggelen
Calvarienberg
Laueli
Ober Stafel
Luchsingen
Guggelberg
Stockbügel
Bächistock
First
Bösbächi
Unt. Stafel
Gr. Aubrig
Radstock
Zeinenfurggel
Bösbächistock
Matt
Özberg
Chnügrat

MEESMANN, P. (1925): Geologische Untersuchung der Kreideketten des Alpenrandes im Gebiet des Bodenseerheintales. Verh. naturf. Ges. Basel *37*: 1—111.

MEYER, H. (1922): Geologische Untersuchungen im Gebiet der Wageten- und der Riseten-Ketten (Kt. Glarus). Diss. Univ. Zürich.

MOESCH, C. (1881): Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebirge der Kantone Appenzell, St. Gallen, Glarus und Schwyz. Beitr. geol. Karte Schweiz *14/3*.

— (1894): Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kienthal. Beitr. geol. Karte Schweiz *24/3*.

NIGGLI, E. (1944): Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthardmassivs. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *24*: 58—301.

OBERHOLZER, J. (1900): Monographie einiger prähistorischer Bergstürze in den Glarneralpen. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *9*.

— (1908a): Das Deckensystem der Silbern. Verh. schweiz. naturf. Ges. Glarus: 217—219.

— (1908b): Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales. Eclogae geol. Helv. *10/4*: 531—555.

— (1918): Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geologischen Gesellschaft in die Glarneralpen vom 13. bis 15. September 1917. Eclogae geol. Helv. *14/5*: 688—705.

— (1919): Der tektonische Zusammenhang von Glärnisch-, Schild- und Wiggisgruppe. Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich *64*: 77—99 (HEIM-Festschrift).

— (1933): Geologie der Glarneralpen. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *28*, mit Atlas.

— (1934a): Der geologische Bau der Glarneralpen. Mitt. naturf. Ges. Kt. Glarus: 1—114.

— (1934b): Exkursion Nr. 75: Altdorf–Klausenpass–Linthal–Glarus. Geol. Führer Schweiz *12*: 906—911.

— (1934c): Exkursion Nr. 76: Klöntal–Deyenkette–Muotatal. Geol. Führer Schweiz *12*: 912—917.

— (1930—1938): Geologische Tagebücher *51—57* (Oktober 1930—November 1938). Abschr. dep. Geol. Inst. ETH, Zürich.

OCHSNER, A. (1921): Geologie des Fluhbrig und der nördlich anschliessenden Flyschregion. Diss. ETH Zürich.

PANNEKOEK, J. J. (1905): Geologische Aufnahme der Umgebung von Seelisberg am Vierwaldstättersee. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *17*.

QUEREAU, E. C. (1893): Die Klippenregion von Iberg (Sihltal). Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *3*.

ROD, E. (1937): Stratigraphie des Malm der Graustock–Hutstock-Gruppe (Melchtal, Kanton Obwalden). Diss. Univ. Bern, Bern (Stämpfli).

— (1947): Über ein Fossillager im oberen Malm der Melchtaleralpen. Eclogae geol. Helv. *39/2* (1946): 177—198.

ROTHPLETZ, A. (1883): Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheins. Z. dt. geol. Ges. *35*: 134—189.

— (1897): Über den geologischen Bau des Glärnisch. Z. dt. geol. Ges. *49*: 1—16.

— (1898): Das geotektonische Problem der Glarner Alpen. Mit Atlas und geol. Karte. Jena (Fischer).

RUTISHAUSER, W. F. (1920): Beiträge zur Geologie des Säntisgebirges im Gebiete von Gräppelental zum Rotsteinpass. Jb. st. gall. naturw. Ges. *56* (1919): 1—31.

SCHARDT, H. (1915): Verschiedene Darstellungen des Rigi-Hochfluh–Axen-Profils seit 1891. Exkursionsprofile des Geol. Inst. ETH, Zürich.

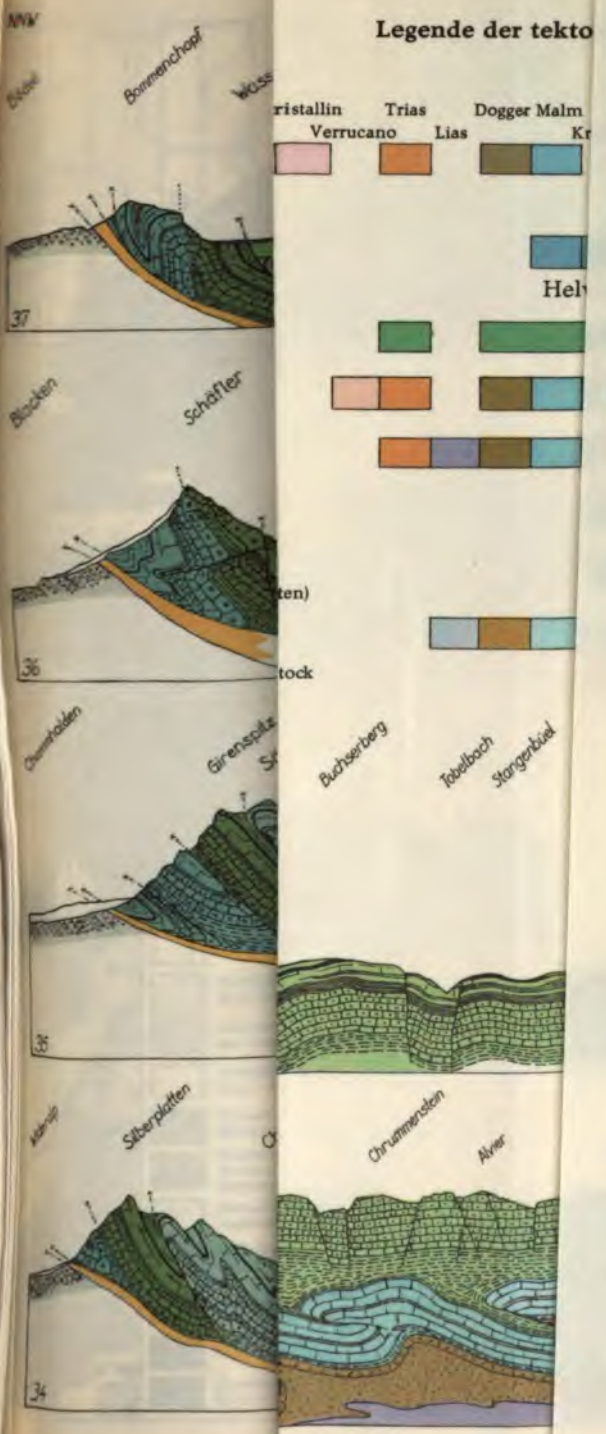
— (1924): Die geologischen Verhältnisse des Stau- und Kraftwerkes Wäggital. Eclogae geol. Helv. *18/4*: 525—550.

SCHAUB, H. (1951): Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysches mit besonderer Berücksichtigung der paleocaenen und untereocaenen Nummuliten und Assilinen. Abh. schweiz. palaeontol. Ges. *68*.

SCHAUB, H. P. (1937): Geologie des Rawilgebietes. Eclogae geol. Helv. *29/2* (1936): 337—407.

— (1948): Über Aufarbeitung und Kondensation. Eclogae geol. Helv. *41/1*: 89—94.

SCHEUCHZER, J. J. (1716): Natur-Historie des Schweitzerlandes. Zürich (Bodmerische Trucke-[illegible])


NNW
Bommenchopf
Blacken
Schäfler
Girenspitz
Silberplatten
Legende der tekto
ristallin
Trias
Dogger Malm
Verrucano
Lias
Hel
ten)
tock
Buchserberg
Tobelbach
Stangenbüel
Chrummenstein
Alvier
37
36
35
34

HEIM, ARN., und OBERHOLZER, J. (1917): Geologische Karte der Alvier-Gruppe, 1 : 25 000. *80.*
KAUFMANN, F. J. (1867): Geologische Karte des Pilatus, 1 : 25 000. *3.*
LUGEON, F. L. (1922): Geologische Karte und Profile des Brienzergrates, 1 : 50 000. *95.*
OBERHOLZER, J. (1942): Geologische Karte des Kantons Glarus, 1 : 50 000. *117.*
OBERHOLZER, J., und HEIM, ALB. (1910): Geologische Karte der Glarneralpen, 1 : 50 000. *50.*
QUEREAU, E. C. (1893): Die Klippenregion von Iberg (Sihltal), 1 : 25 000. *14.*
SCHARDT, H., MEYER, H., und OCHSNER, A. (1924): Geologische Karte des Wäggitales und seiner Umgebung, 1 : 25 000. *108a*, Stratigraphische Übersicht *108b*, Profile *108c*.
STAUB, R. (1924): Tektonische Karte der Alpen, 1 : 1 000 000. *105A*.
– (1926): Der Bau der Alpen, 25 Querprofile, 1 : 500 000, Bl. 2: Westalpen. *105B*$_2$.
STAUB, W. (1911): Geologische Karte der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal, 1 : 50 000. *62.*
WEBER, F. (1924): Geologische Karte des Tödi-Vorderrheintal-Gebietes, 1 : 50 000. *100A*, Profiltafel *100B*.

Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25 000

herausgegeben von der Schweiz. Geol. Kommission

FÜNFER-SEIFFERT, H. (1934): Blatt Lauterbrunnen (395).
GOPP, J., BENDEL, L., und BUXTORF, A. (1955): Blatt Luzern (202—205).

Geologische Generalkarte der Schweiz, 1 : 200 000

herausgegeben von der Schweiz. Geol. Kommission

att 3: Zürich–Glarus (1950).
att 4: St. Gallen–Chur (1959).
att 7: Ticino (1955).

Topographische Karten

ndeskarte der Schweiz, 1 : 50 000.
itter: 235: Rotkreuz, 236: Lachen, 237: Walenstadt, 245: Stans, 246: Klausenpass, 255: Sustenss, 256: Disentis.
ndeskarte der Schweiz, 1 : 25 000.
itter: 1114: Nesslau, 1115: Säntis, 1134: Walensee, 1135: Buchs, 1151: Rigi, 1152: Ibergeregg, 3: Klöntal, 1154: Spitzmeilen, 1155: Sargans, 1171: Beckenried.

Nicht veröffentlichte geologische Aufnahmen

ECKNER, W. (1961): Tektonische Kartenskizze der westlichen Claridenkette. Manuskriptkarte.
I, R. (1961): Die Flyschbildungen in der Unterlage von Iberger Klippen und Mythen. Vor dem Abschluss.
Y, F. (1960): Kartenskizze der östlichen Claridenkette. Manuskriptkarte.
NNET, A. (1929): Geologische Kartierung von Blatt 259: Euthal und Blatt 261: Iberg. Manuskriptkarte 1 : 25 000.

Bös Fulen von E

achtvollem Einblick in das leicht nach N überkippte Fulen-Gewölbe, die auffälligste
ur der Axen-Decke. Im Kern: Eisensandstein, graue Echinodermenbrekzie und Blegi-
des Doggers, darüber Schiltschichten und Quintnerkalk, durch das «Mergelband» (im
zwischen Bös Fulen und dem nördlichen Vorgipfel, dem Hinteren Gassenstock) zwei-
Am steilstehenden N-Schenkel stellt sich mit den Zementsteinschichten die Unterste
ein.
Gipfelgrat schneidet eine Schubfläche — die in den Malm hinuntergreifende Über-
ungsfläche der Bächistock-Decke — vom Oberen Quintnerkalk bis in die Schiltschich-
r Davidsätz-Falte hinunter (Mitte des linken Bildrandes), an welcher der Quintner-
er Gipfelserie diskordant abstösst.

Flugaufnahme: Swissair-Photo AG

Jahrgang 106 Heft 2 Juni 1961

106
0.2

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

UNIVERSITY OF MICHIGAN
FEB 14 1962
LIBRARY

Die mittleren Bewegungen der Planeten im Tafelwerk des KHWÂRIZMÎ

Von

J. J. BURCKHARDT

Die Sonnenaktivität im Jahre 1960

Von

M. WALDMEIER

Aktuelle Beziehungen der Quartärgeologie zum Bauwesen

Von

H. JÄCKLI

Über eine blasenbildende Krankheit von kultivierten grünen Fadenalgen (*Cladophora* und *Rhizoclonium*)

Von

E. A. THOMAS

Preis Fr. 7.—

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1960: 162. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet. Bestellungen nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8, auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: P.D. Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Vergrössern
bringt Ihre Photos
zur Wirkung

GANZ & Co
ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 239773

Die mittleren Bewegungen der Planeten im Tafelwerk des KHWÂRIZMÎ

Von

J. J. BURCKHARDT (Zürich)

1. Einleitung

Seit HEINRICH SUTER von Zürich (1848—1922) die astronomischen Tafeln des al-KHWÂRIZMÎ [1] herausgegeben hat, sind beinahe fünfzig Jahre vergangen. In dieser Zeit sind die arabischen astronomischen Quellen weiterhin durchforscht worden. Wir verdanken insbesondere den Bemühungen von KENNEDY [9] eine zusammenfassende Darstellung der vorhandenen und der verlorenen astronomischen Tafeln dieses Kulturkreises. Wir möchten nachdrücklich auf diese wertvolle Arbeit verweisen, in ihr sind weitere Angaben über die im folgenden zu erwähnenden arabischen Astronomen enthalten.

Andererseits sind seit der hervorragenden Ausgabe SUTER's die Tafeln des KHWÂRIZMÎ nicht weiter auf ihren astronomischen Gehalt untersucht worden. Eine Frage, um die es sich im folgenden handelt, formuliert SUTER in seinem Kommentar auf S. 32f mit grosser Klarheit in folgenden Sätzen:

«Welchen der verschiedenen indischen Siddhântas Kh. seinen Tafeln zu Grunde gelegt habe, ist ebenfalls nicht sicher zu entscheiden; bis jetzt hat man es als ziemlich wahrscheinlich betrachtet, dass es der Brahma-Siddhânta (verfasst von Brahmagupta in der ersten Hälfte des 7. Jahrh. n. Chr.) gewesen sei [2]; wir werden aber weiter unten sehen, dass auch andere Siddhântas in Frage kommen können, besonders der Sûrya-Siddhânta. Dies würde darauf hindeuten, dass vielleicht Kh. auch die persischen ‚Tafeln des Shâh' zu Rate gezogen hat, die im 2. Jahrh. der Hidjra ins Arabische übersetzt worden sind, und sich wahrscheinlich auf den Sûrya-Siddhânta stützten. Besonders der Wert des Apogeums der Sonne und die Art der Berechnung der Gleichungen der Planeten könnten aus diesen persischen Tafeln genommen sein, sagt doch Ibn al-Kiftî in seiner Biographie Al-Fazârîs nach Ibn al-Adamî folgendes: ‚Er (Kh.) stützte sich in seinen Tafeln auf die mittleren Oerter des Sinhind, wich aber von ihm ab in den Gleichungen (der Planeten) und in der Schiefe (der Ekliptik); er setzte seine Gleichungen fest nach der Methode der Perser, und die Deklination der Sonne nach der Methode des Ptolemäus.' Da die letztere Behauptung, wie wir unten sehen werden, richtig ist, so mag wohl auch die erstere wahr sein, nachweisen können wir dies nicht, da diese persischen Tafeln nicht mehr vorhanden sind.»

Einer Anregung von B. L. VAN DER WAERDEN folgend, möchten wir in dieser Arbeit diese letztere Frage zu entscheiden versuchen. Dabei stossen wir auf eine Schwierigkeit, die ihren Grund darin hat, dass wir einerseits ein astronomisches Tafelwerk vor uns haben, andererseits dieses mit einem astronomischen System vergleichen wollen. Die Tafeln, um die es sich handelt, geben uns die mittleren Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten pro Stunde, Tag, Monat, Jahr und pro 30 Jahre bis zu 570 Jahren in Grad, Minuten und Sekunden. Ferner geben sie den Stand dieser Gestirne zur Zeit der Hedschra. Aus beiden Angaben zusammen lässt sich der mittlere Ort für ein beliebiges Datum berechnen. Die Tafeln dienten insbesondere zur Herstellung von Horoskopen. Das astronomische System besteht aus der Angabe der Anzahl der Umdrehungen eines Gestirns in einer Zeiteinheit. Die indischen Systeme wählen als Zeiteinheit das Kalpa, das sind 1000 Mah wobei ein Mahâyuga 4 320 000 Sonnenjahre enthält. Nach Voraussetzu führen die Gestirne je eine ganze Anzahl von Umdrehungen in einem Kalp rechnet man aus der Umlaufzahl die Bewegung pro Jahr und gibt diese nur zu den Sekunden an, so vernachlässigt man im allgemeinen etwas. Berechn man umgekehrt aus dieser jährlichen Bewegung (und entsprechend aus de auf Sekunden gerundeten Bewegung in 570 Jahren) eine Umdrehungsz , so wird man die Ausgangszahl nur genähert erhalten. Wir sind so vorgega en, dass wir aus den Tafeln des KHWÂRIZMÎ je eine Umdrehungszahl pro K a berechnet haben mit dem Ergebnis, dass diese sehr nahe bei den von AHMAGUPTA bzw. von ALFAZÂRÎ überlieferten liegen. Eine zusätzliche Überlegung zeigt sodann, dass KHWÂRIZMÎ diese überlieferten Werte für die mittleren Bewegungen seinen Tafeln zugrunde gelegt hat.

2. Die Länge des siderischen Jahres

Nach BRAHMAGUPTA ([3], 1. Bd., S. 368, 2. Bd., S. 16, 28, 186; [5], S. 114/204; [6], S. 92; [7], S. 252) enthält ein Mahâyuga

$$j = 4\,320\,000 = 20 \cdot 60^3 \text{ Jahre}$$

dies sind

$$T = 1\,577\,916\,450 \text{ Tage}$$

Die mittlere tägliche Bewegung der Sonne beträgt daher

$$\frac{j \cdot 360^\circ}{T} = 0{,}985\,603\,515\,319\,20^\circ \text{ im Dezimalsystem} \qquad (1)$$
$$= 0;59,\ 8,10,21,33,30,44 \text{ im Sexagesimalsystem}$$

wobei die 44 gerundet sind. Dies ergibt eine Jahreslänge von S. 189/398)

$$\frac{T}{j} = 365{,}258\,437\,50 \text{ Tage} = 365;15,30,22,30 \text{ Rest } 0$$
$$= 365^{d}\,6^{h}\,12^{m}\,9^{s} \text{ Rest } 0$$

Die $6^h\,12^m\,9^s$ sind der Überschuss des siderischen Jahres über das bürgerliche, sie werden der Umdrehungsüberschuss genannt und ergeben in Gradmass

$$93;\,2{,}15°\ \text{Rest}\ 0 \tag{4}$$

Ein Mondjahr enthält 354 Tage, das Schaltjahr 355. Wenn keine Verwechslung zu befürchten ist, nennen wir diese Mondjahre im folgenden kurz Jahre. Auf 30 Jahre entfallen 11 Schaltjahre, somit enthalten 30 Jahre

$$30 \cdot 354 + 11 = 10\,631 \text{ Tage}$$

Ausgehend von (1) erhält man im Mondjahr die Bewegung

$$348;54{,}13,\,7{,}11{,}43 \tag{5}$$

ferner in 30 Jahren

$$10\,477{,}950\,971\,358\,4°$$

Zieht man hiervon $29 \cdot 360°$ ab und verwandelt in das Sexagesimalsystem, so erhält man als Bewegung in 30 Mondjahren

$$37;57,\,3{,}29{,}48{,}29 \tag{6}$$

wobei die Quinten gerundet sind. Die Länge des siderischen Jahres finden wir bei KHWÂRIZMÎ an verschiedenen Stellen:

a) In Kapitel 21 (S. 15 und 65) wird angegeben:

tägliche Bewegung der Sonne	0;59, 8
stündliche Bewegung der Sonne	0; 2,27,50,25

Rechnet man aus der letzteren die tägliche Bewegung aus, so erhält man

$$0;59,\,8{,}10\ \text{Rest}\ 0$$

Die erste Angabe ist im Vergleich mit (1) auf Sekunden gerundet, die zweite auf Tertien.

b) In den Tabellen 4 und 5 wird die mittlere Bewegung der Sonne unter anderem pro Stunde, pro Tag, pro Mondjahr und pro 30 Mondjahre angegeben. Alle Angaben gehen bis zu Sekunden, weitere Bruchteile sind nicht gegeben. Zunächst sind diese Tabellen zu prüfen. Wir sind dabei, wie auch später bei den entsprechenden Tabellen 6 bis 20, folgendermassen vorgegangen: Zu jeder Spalte haben wir die Spalte der ersten Differenzen gebildet. Diese dient uns zu mehreren Zwecken. Erstens erlaubt sie, offensichtliche Druckfehler der Herausgabe SUTER zu erkennen. Es sind dies nur ganz wenige, die wir an den entsprechenden Stellen angeben. Zweitens erlaubt sie uns bei verschiedener Überlieferung der einzelnen Manuskripte, die in den Fussnoten angegeben sind, die wohl richtige zu erkennen. Drittens endlich zeigt sie uns, wie KHWÂRIZMÎ die Bruchteile der Sekunden berücksichtigt hat, wie wir sogleich sehen werden. Um unsere Arbeit nicht zu stark zu belasten, überlassen wir es dem Leser, sich nach Bedarf die Differenzentabellen herzustellen, und geben jeweils nur die Ergebnisse an.

Wir finden in Tabelle 5 in der Spalte «Medialitas solis in diebus» für die tägliche Bewegung 0;59, 8 angegeben. Untersucht man die Differenzen dieser Spalte, so sieht man, dass als tägliche Differenz 25 mal 0;59, 8 und 5 mal 0;59, 9

mmen werden, so dass nach dieser Spalte die mittlere tägliche Bewegung
,10 beträgt. Die Tabelle 4 der Monate gibt uns nichts Neues; pro 30 Tage
n entsprechend der vorangehenden 29;34, 5 genommen, pro 29 Tage
weniger, so dass man zu einer jährlichen Bewegung von

$$11^s\,18^\circ\,54'\,12'' = 348;54,12$$

gt. In der Spalte «Medialitas solis in annis planis» geht KHWÂRIZMÎ nicht
ieser Zahl, sondern von der um eine Sekunde grösseren aus. Wie kommt
rzu? Rechnen wir

$$354 \cdot (0;59,8,10) = 348;54,11$$

len noch 2″ gegenüber dem Wert (5). Berücksichtigen wir noch die
en aus (1) und rechnen

$$354 \cdot 21^{IV} \sim 2''$$

alten wir den von KHWÂRIZMÎ in Tabelle 4, Spalte «Medialitas solis in
planis», angegebenen Ausgangswert von

$$11^s\,18^\circ\,54'\,13''$$

mmt mit (5) in den Sekunden überein.
er Spalte für die anni plani sind unter den 30 Jahren 11 Schaltjahre vor-
n, nämlich die Jahre 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 und 29. Für die ge-
ichen Jahre nimmt KHWÂRIZMÎ obige 348;54,13, für die Schaltjahre den
wert 0;59, 8 mehr. Die Differenzentabelle zeigt sodann, dass ausserdem
amt 5″ hinzugenommen werden, so dass eine mittlere jährliche Bewegung

c) Ein weiteres Argument, dass KHWÂRIZMÎ die Jahreslänge (2) verwendet, führt SUTER auf Seite 235 seiner Ausgabe an. Er berechnet aus den Tabellen 4 und 5 den Lauf der Sonne in $365^d\,6^h\,12^m$ folgendermassen:

Mittellauf in 1 Jahr zu 354 Tagen	nach Tabelle 4	348;54,13
Mittellauf in 11 Tagen	nach Tabelle 5	10;50,30
Mittellauf in 6 Stunden	nach Tabelle 5	14,47
Mittellauf in 12 Minuten	nach Tabelle 5	30
	Total	360°

Dabei sind die 9^s aus (3) nicht berücksichtigt, was der Natur der Tabellen nach nicht möglich ist.

d) Aus einer wohl vom Bearbeiter MASLAMA AL-MADJRÎTÎ zugefügten Tabelle 115 ist die Jahreslänge ersichtlich (siehe S. 230 und SUTER's Bemerkungen auf den Seiten 102f, 42 und 65). Die Tabelle gibt in ihrer linken Hälfte den Umdrehungsüberschuss pro Jahr zu $6^h\,12^m$ an, pro 100 Jahre zu $25^d\,20^h\,15^m$. Teilen wir den letzteren durch 100, so erhalten wir $6^h\,12^m\,9^s$, also den Wert (3). In der rechten Hälfte ist der Umdrehungsüberschuss für ein Jahr zu 93; 2,15 angegeben, was der Wert (4) ist.

e) Ein weiterer Beweis für unsere Behauptung wird sich im nächsten Abschnitt bei der Berechnung der Umdrehungszahl der Sonne ergeben.

Zusammenfassend können wir festhalten: KHWÂRIZMÎ verwendet in seinem Tafelwerk die Jahreslänge von BRAHMAGUPTA. H. SUTER (siehe S. 42, 65, 103, 235) liess diese Frage offen, und wir glauben, seine wertvollen Vorarbeiten mit obigem Ergebnis ergänzen zu dürfen.

3. Die Umdrehungszahlen der Sonne und der Planeten

A. Berechnet aus den Tabellen 4 bis 20 des KHWÂRIZMÎ

Wenn man das astronomische System des KHWÂRIZMÎ mit einem indischen System vergleichen will, ist es vorteilhaft, aus den Tabellen des KHWÂRIZMÎ die Bewegungen der Planeten in einem Mahâyuga (auch Caturyuga genannt) auszurechnen. Denn die indischen Systeme geben stets diese Umdrehungszahlen an oder deren Tausendfaches, die Umdrehungen im Kalpa. Wie bereits erwähnt, enthält das Mahâyuga

$$t = 1\,577\,916\,450 \text{ Tage}$$

während $19 \cdot 30 = 570$ Mondjahre

$$m = 19 \cdot 10\,631 = 201\,989 \text{ Tage}$$

enthalten. Aus den Tabellen von KHWÂRIZMÎ berechnen wir die mittlere Bewegung $b°$ in Grad und b'' in Sekunden in 570 Mondjahren und erhalten hieraus die Umdrehungszahl u im Mahâyuga nach

$$u = \frac{b°}{360°} \cdot \frac{t}{m} = \frac{b''}{360 \cdot 3600} \cdot \frac{t}{m} = \frac{4\,383\,101{,}25}{3600} \cdot \frac{b''}{m} = \frac{487\,011{,}25}{80\,795\,600} \cdot b'' \qquad (7)$$

...nnten ... sein, ...
...nen zu kontrollieren.

a)

In Tabelle 4 wird in der Spalte «l...
gung in 30 Mondjahren zu

$37° 57' 3$

angegeben. In der Spalte «Medialitas ...
ren $3^{s}24^{m}29'52''$. Zieht man hiervon di...
tigt die beiden vollen Umläufe, so erhä...

$1° 4' 4'' + (19 \cdot ...$

In Sekunden umgerechnet, erhält man

$b'' = 716\,69$

und hiermit nach (7)

$u = 4\,319\,999,$

an Stelle des Wertes 4 320 000, somit eine D...
gen pro Kalpa.

Berechnen wir andererseits aus (6) die Be...
wir, abgesehen von ganzen Umdrehungen, 1;
RIZMf genommenen 1; 4, 4. Die Differenz vo...
der obigen Fehlerbetrachtung

$$2\frac{1}{2} \cdot 6 = 15 \text{ Umdrehunge...}$$

wie wir soeben gefunden haben.

Berechnen wir entsprechend di...
Berücksichtigung der bi...
a) bis b) und ...

b) Mond (Tabelle 6 und 7)

der Mond sehr schnell läuft, müssen wir bei Spalte «Medialitas lunae in » beginnen, um die vollen Umdrehungen nicht zu vergessen. Wir rechnen ndermassen:

Bewegung in 30 Tagen	35° 17′ 26″ + 360°
Bewegung in 29 Tagen	22° 6′ 52″ + 360°
Bewegung in 59 Tagen	57° 24′ 18″ + 2 · 360°

ewegung in einem Mondjahr

$$6 \cdot (57;24{,}18 + 2 \cdot 360°) = 344;25{,}48 + 12 \cdot 360$$

e KHWÂRIZMÎ am Ende der Spalte «Medialitas lunae in mensibus» angibt. hmen wir hierzu die Bewegung 13;10,35 in einem Tag hinzu, so erhalten wir Bewegung im Schaltjahr

$$357;36{,}23 + 12 \cdot 360$$

e Bewegung in 30 Jahren setzt sich aus derjenigen in 19 gewöhnlichen und erjenigen in 11 Schaltjahren zusammen und ergibt mit obigen Werten

$$37;50{,}25 + (29 + 30 \cdot 12) \cdot 360$$

der Tabelle 6, Spalte «Medialitas lunae in planis», gibt KHWÂRIZMÎ, abgehen von ganzen Umdrehungen, den um 21″ kleineren Wert 37;50, 4 an. Hiervon ausgehend erhalten wir in 570 Jahren

$$358;51{,}16 + 19 \cdot (29 + 30 \cdot 12) \cdot 360$$

Dies ist aber nicht der Wert, den KHWÂRIZMÎ verwendet. Diesen finden wir, indem wir in der Spalte «Medialitas lunae in collectis» die Radix von dem beim Jahre 570 vermerkten Stand subtrahieren und

$$358;49{,}30 + 7\,392 \cdot 360$$

erhalten. Dies ergibt

$$b'' = 9\,581\,323\,770$$

und somit nach (7)

$$u = 57\,753\,299{,}262\,4 \text{ anstatt } 57\,753\,300$$

bei BRAHMAGUPTA. Wir haben also eine Differenz von etwa —738 Umdrehungen pro Kalpa. Nach der Fehlerbetrachtung rechnen wir, ausgehend von der Umdrehungszahl des BRAHMAGUPTA, die Bewegung in 30 Jahren zu 140 077;50, 4,55, hieraus in 570 Jahren zu 2 661 478;51,33. Dies ist um 123″ grösser als der von KHWÂRIZMÎ verwendete Wert und lässt daher eine Differenz von

$$6 \cdot 123 = 738 \text{ Umdrehungen}$$

erwarten.

Die Mondtabelle ist von zweiter Hand bis zu 720 Jahren verlängert, was aber das obige Ergebnis nicht wesentlich berührt.

Wir glauben, aus obiger Untersuchung einen Einblick in die Rechentechnik von KHWÂRIZMÎ zu erlangen. Zunächst sieht man, dass der Wert 37;50, 4, den KHWÂRIZMÎ für die dreissigjährige Periode nimmt, sich nur um 55‴ von demjenigen BRAHMAGUPTA's unterscheidet. Um diese 55‴ auf die 19 anni collecti zu verteilen, müsste man 17 mal 5″ und 2 mal 4″ nehmen. Die Differenzentabelle zeigt aber, dass KHWÂRIZMÎ 14 mal 5″ und 5 mal 4″ nimmt. Er verteilt somit nur

etwa 45‴. Woher dies kommt, wissen wir nicht, es mag ein Rechenfehler in Tertien vorliegen.

Wir finden in Kapitel 20 (S. 15 und 65) die tägliche Bewegung des Monde 13;10,34,52,48 angegeben. Dies ergibt in 570 Jahren durch Multiplikation der Tagesanzahl 201 989 bis auf ganze Umdrehungen 358;52,56, was von oben bestimmten Wert KHWÂRIZMÎ's 358;49,30 um 206″ verschieden ist. Bei Berechnung mittels der dreissigjährigen Periode haben wir die Differenz 123″ gefunden. Somit ist KHWÂRIZMÎ bei seinen Rechnungen vermutlich n von der täglichen, sondern von der dreissigjährigen Periode ausgegan Ferner ist hier zu bemerken, dass sich aus BRAHMAGUPTA's Umdrehungs eine mittlere tägliche Mondbewegung von

13;10,34,52,46,30,14

ergibt, wobei die 14 leicht aufgerundet sind. KHWÂRIZMÎ nimmt etwa 1½ Q ten mehr.

c) Mondknoten (Tabelle 19: Medius cursus draconis)

Geben wir zunächst einige Umdrehungszahlen pro Kalpa an ([3], II, S.

BRAHMAGUPTA	232 311 168
ALFAZÂRÎ	232 312 138
ÂRYABHATA	232 316 000

Nach der Spalte «Medialitas draconis in planis» bewegt sich der Mondkn in 30 Jahren um

203;27,43 + 360

Wir wenden uns jetzt der Betrachtung der Planeten zu.

d) Saturn (Tabelle 9)

Die Umdrehungszahl pro Kalpa beträgt nach ([3], II, S. 16)

BRAHMAGUPTA	146 567 298
ALFAZÂRÎ	146 569 284
ALSARAKHSÎ	146 569 238

In der Spalte «Medialitas Saturni in collectis» ist die Bewegung des Saturn in 570 Jahren folgendermassen bestimmt:

$$12 \cdot (355;27,48) + 7 \cdot (355;29,49) = 6\,754;26,19 = b^\circ$$

Abgesehen von den ganzen Umdrehungen erhalten wir denselben Betrag, wenn wir von der Stellung in 570 Jahren die Radix subtrahieren. Hierbei ist zu beachten, dass bei der Stellung in 570 Jahren, die zu $1^s 3^\circ 24' 56''$ angegeben ist, ein Druckfehler vorliegt, indem die Differenzentabelle zeigt, dass nur 2° zu nehmen sind. Es wird

$$b'' = 24\,315\,979$$

und hiermit nach (7)

$$u = 146\,569{,}309\,8$$

was von dem Wert des ALFAZÂRÎ um etwa 26 Umdrehungen pro Kalpa abweicht, von den beiden anderen erheblich mehr.

Gehen wir zur Probe von der Umlaufzahl u des AFLAZÂRÎ aus und rechnen die Bewegung in 30 Jahren zu

$$\frac{42\,524 \cdot u}{17\,532\,405} = 355;29,48,7,12$$

so erhalten wir in 570 Jahren

$$274;26,14,39 \pmod{360}$$

was von obigem Wert des KHWÂRIZMÎ um etwa $4\frac{1}{3}''$ abweicht, so dass wir

$$6 \cdot 4\frac{1}{3} = 26 \text{ Umdrehungen}$$

Differenz zu erwarten haben, wie wir gefunden haben.

Für den Saturn verwendet somit KHWÂRIZMÎ die Umdrehungszahl des ALFAZÂRÎ.

e) Jupiter (Tabelle 11)

Nach der Spalte «Medialitas Jovis in planis» legt Jupiter in 30 Jahren

$$720 + 163;24,49$$

zurück. Hiermit und mit der Spalte «Medialitas Jovis in collectis» erhalten wir in 570 Jahren

$$b^\circ = 16\,784;51,35$$

und

$$b'' = 60\,425\,495$$

und damit nach (7) die Umdrehungszahl pro Mahâyuga

$$364\,226{,}465\,944$$

BRAHMAGUPTA gibt

$$364\,226{,}455$$

wir haben somit etwa 11 Umdrehungen mehr pro Kalpa.

ht man umgekehrt von der Umdrehungszahl des BRAHMAGUPTA aus, so er- man in 570 Jahren die Bewegung 16 784;51,33, also 2″ weniger als KHWÂ- î, was etwa $2 \cdot 6 = 12$ Umdrehungen entspricht, wie zu erwarten war.

f) Mars (Tabelle 13)

e Spalte «Medialitas Martis in planis» zeigt uns, dass Mars in 30 Jahren

$$170;50,47 + 15 \cdot 360°$$

dert. Hiermit und mit der Spalte «Medialitas Martis in collectis» finden wir 70 Jahre

$$b° = 105\,846;\,4,56$$

$$b'' = 381\,045\,896$$

bei ist zu beachten, dass bei 570 Jahren als Druckfehler 39′ anstatt 30′ n. Nach (7) erhalten wir die Umdrehungszahl pro Kalpa

$$2\,296\,828\,516,516\,879$$

HMAGUPTA verwendet

$$2\,296\,828\,522$$

urch wir eine Differenz von etwa 5 Umdrehungen erhalten. Gehen wir von Umlaufzahl des BRAHMAGUPTA aus, so erhalten wir in 30 Jahren die Be- ng 5 570,846 44 und in 570 Jahren 105 846; 4,56,38. Gegen KHWÂRIZMÎ be- der Unterschied 38‴, was pro Kalpa eine Bewegung von etwa 4 Um- ungen macht, wie zu erwarten war.

Wir haben somit pro Kalpa eine Differenz von etwa 33 Umdrehungen.

Rechnet man wiederum, ausgehend von der Umdrehungszahl des Brahmagupta, die Bewegung in 570 Jahren, so erhält man gegenüber der obigen Bewegung von Khwârizmî 5½″ mehr, was 33 Umdrehungen entspricht.

h) Merkur (Tabelle 17)

Die Spalten «Heza Mercurii in mensibus» und «Heza Mercurii in annis planis» zeigen uns, dass Merkur in 30 Jahren

$$267;22{,}20 + 360 + 30 \cdot 3 \cdot 360°$$

zurücklegt. Aus der Spalte «Heza Mercurii in collectis» ergibt sich hiermit in 570 Jahren

$$b° = 627\,520;4{,}20$$

und

$$b'' = 2\,259\,072\,280$$

(Bei den 570 anni collecti sind dabei die 20″ als Druckfehler für 30″ angesehen.)

Hiermit erhalten wir nach (7)

13 616 999,009 6	
+ 4 320 000	Umdrehungen der Sonne
u = 17 936 999,009 6	als Umdrehungszahl pro Mahâyuga
17 936 998,984	gibt Brahmagupta

Die Differenz beträgt somit etwa 25½ Umdrehungen pro Kalpa. Berechnen wir wiederum, von der Umdrehungszahl des Brahmagupta ausgehend, die Bewegung in 570 Jahren, so erhalten wir etwa 4,3″ weniger, was

$$6 \cdot 4{,}3 = 25{,}8 \text{ Umdrehungen}$$

ergibt, wie zu erwarten war.

B. Radices

Um die Radices nachprüfen zu können, müssen wir drei Dinge kennen:

a) einen Zeitpunkt, an dem die mittlere Länge der Gestirne bekannt ist;
b) die Umlaufzahl der Gestirne;
c) das Datum für den Beginn der Tafeln, man nennt dies die Epoche der Tafeln.

a) Nach der indischen Astronomie standen im Moment der Schöpfung Sonne, Mond und die Planeten bei 0°. Von der Schöpfung bis Christi Geburt sind nach Bentley [6] (S. 84 und 86), 1 972 947 101 Jahre verflossen. Das jetzige Kaliyuga beginnt im Jahre —3101. Somit sind von der Schöpfung bis zum Beginn der jetzigen Kaliyuga 1 972 944 000 Jahre verflossen. Ein Mahâgyuga enthält 4 320 000 Jahre. Somit sind von der Schöpfung bis zum Beginn des jetzigen Kaliyuga 456,7 Mahâgyugas verflossen. Andere Autoren nennen diesen Beginn die Sintflut, sie fand am 18. Februar —3101 statt; siehe [6], S. 86.

b) Für die Umlaufzahlen nehmen wir diejenigen von BRAHMAGUPTA bzw. ALFAZÂRÎ. Nach den Ergebnissen des Abschnittes A sind wir hierzu berechtigt. Falls wir sodann mit diesen Umlaufzahlen die Radices des KHWÂRIZMÎ erhalten, so ist dies ein weiterer Beweis dafür, dass dieser die genannten Umdrehungszahlen verwendet.

c) Die Tafeln des KHWÂRIZMÎ beginnen nach den Worten in der Einleitung auf Seite 1 um 12 Uhr (Mittag) an einem Mittwoch zu Beginn der Hedschra. Der astronomische Beginn der Hedschra wird auf den 15. Juli 622 gelegt. Daher war SUTER (S. 33) der Ansicht, dass die Radices die mittleren Längen am 15. Juli 622 um 12 Uhr angeben.

Nun ist aber der 15. Juli 622, wie man leicht nachrechnet, ein Donnerstag. Der von KHWÂRIZMÎ genannte Mittwoch [illegible]o der 14. Juli. Ebenso ergeben unsere Nachrechnungen, wie wir gleich s[illegible]erden, dass die Radices auf den 14. Juli 622 auf Mittag berechnet wurden [illegible]edeutet:

Die Tafeln des KHWÂRIZMÎ beginnen m[illegible] nullten Tag der Hedschra, das ist der 14. Juli 622, der erste Tag der Hed[illegible]st sodann der 15. Juli usw. Die Tafeln sind somit nach der noch heute ge[illegible]hlichen astronomischen Tageszählung angelegt.

Sonne

Die Schöpfung fand bei Sonnenaufgang, da[illegible]eisst um 6 Uhr, statt; siehe [6], S. 89. Daher war auch die Sintflut um 6 Uhr, i[illegible]liesem Moment stand die Sonne wieder bei 0°. Von der Sintflut bis zur Hedsc[illegible]ra sind $t = 1\,359\,972$ Tage vergangen. Man berechnet dies mit den Tabellen [illegible]n SCHRAM [*10*]:

S. 46	Tageszahl für 622, Juli 0	1 948 424	
	14 Tage	14	1 948 438
S. 51	Tageszahl für −3101, Februar 0	588 448	
	18 Tage	18	588 466
	Differenz		1 359 972

Über diese Tageszahl ist folgendes zu bemerken:

In Tabelle 1 gibt KHWÂRIZMÎ «A diluvio usque ad eram arabum» 3725 Jahre 11 Monate 19 Tage gleich 1 359 974 Tage (das Jahr zu 365 Tagen, der Monat zu 30 Tagen genommen). Hieraus folgt, dass er dabei den 16. Juli als ersten Tag der Hedschra ansieht. Es ist dies der sogenannte historische [illegible] dschra, während die Astronomen den 15. Juli als ihren ersten

Wie bereits SUTER bemerkte, sind die Angaben über die Z[illegible] KHWÂRIZMÎ ungeordnet und teilweise widersprechend. Bei BÎR werden für obiges Zeitintervall sogar 1 359 975 Tage angegeben.

Wir werden im folgenden zeigen, dass die Tabellen von KHWÂRIZ[illegible] d Wert $t = 1\,359\,972$ berechnet sind.

Die Bewegung der Sonne beträgt in diesen t Tagen nach (1)

$$t \cdot \frac{j}{T}\,360 = 113°\,11'\,6'' \pmod{360}$$

Bewegung in 6^h nach Tabelle 5	$14'\,47''$
	$113°\,25'\,53''$
Radix KHWÂRIZMÎ	$113°\,25'\,48''$

Um die Differenz von 5″ zu durchlaufen, würde die Sonne etwa 2 Minuten gebrauchen, die Übereinstimmung ist also ausgezeichnet.

Mond

Da der Mond bei der Sintflut bei 0° steht (s. u.), brauchen wir nur seine Bewegung von dort bis zur Hedschra zu berechnen und finden 127° 38′ 13″. KHWÂRIZMÎ gibt als Radix 117° 45′ 17″ und differiert somit um beinahe 10°.

Für die Änderung der Umdrehungszahl kommen nur die Vielfachen von 1000 in Betracht. Da wir früher eine Abweichung in der Umdrehungszahl von 738 gefunden haben, haben wir nur die um 1000 grössere und kleinere Umdrehungszahl zu untersuchen. Sie ergeben nur eine Änderung von etwa $\pm 19'$ in den Stellungen bei der Hedschra. Mit einer solchen Änderung ist daher die obige Differenz von etwa 10° nicht zu erklären. Es liegt nahe, anzunehmen, dass KHWÂRIMZÎ beim Mond die Radix geändert hat, um mit der Beobachtung in Übereinstimmung zu gelangen.

Planeten

Alle Planeten stehen bei der Schöpfung bei 0°. Das betrachtete astronomische System setzt ferner, wie wir gleich sehen werden, voraus, dass sie bei der Sintflut wiederum in Konjunktion bei 0° stehen. Dies lässt sich nicht genau erreichen, sondern nur angenähert. Um eine solche genäherte Konjunktion bei der Sintflut zu erhalten, kann man einerseits die Zeit zwischen der Schöpfung und der Sintflut passend wählen, andererseits die Umdrehungszahlen etwas abändern, soweit dies nicht mit der Erfahrung in Widerspruch kommt. Endlich kann man diese beiden Verfahren miteinander verbinden. BÎRÛNÎ ([4], S. 29) beschreibt dies folgendermassen:

"This was the era which ‚Abu-Ma'shar Albalkhî (ein Zeitgenosse von KHWÂRIZMÎ etwa 840 A. D.) wanted, upon which to base his statements regarding the mean places of the stars in his Canon. Now he supposed that the Deluge had taken place at the conjunction of the stars in the last part of Pisces, and the first part of Aries, and he tried to compute their places for that time. Then he found, that they–all of them–stood in conjunction in the space between the twenty-seventh degree of Pisces, and the end of the first degree of Aries."

Diesem Bericht zufolge haben wir zunächst die Stellungen der Planeten bei der Sintflut zu berechnen.

Ist u die Umdrehungszahl eines Planeten im Mahâyuga, $U = 1000 \cdot u$ diejenige im Kalpa, so hat der Planet nach 456,7 Mahâyugas

$$s = 456{,}7 \cdot u = 0{,}4567 \cdot U$$

rehungen ausgeführt. Da uns die ganzen Umdrehungen nicht interessie-
indem nur der echte Bruchteil von *s* für die Stellung des Planeten mass-
nd ist, brauchen wir von *s* nur die Stellen rechts des Dezimalkommas zu
chnen. Das heisst aber, dass wir von *U* nur die Einer, Zehner, Hunderter
Tausender zu berücksichtigen haben und vom so erhaltenen Produkt
erum nur den echten Bruchteil. Diese echten Brüche wurden bereits von
LEY ([6], S. 94) und sodann auch von SCHRAM ([3], II, S. 385f) angegeben.
geben sie in folgender Tabelle, zusammen mit der Umdrehung in Grad,
ten und Sekunden an. Dabei sehen wir, dass bei der Sintflut die Planeten
r Tat zwischen 357° und 1° standen. Die Bedingung von MA'SHAR besagt,
im Dezimalsystem der Planet bei der Sintflut zwischen ...,9916 und
028 Umdrehungen steht.

	U	*s* in Umdrehungen	*s* in Graden
upiter	364 226 455	...,9985	359,460 = 359;27,36, 0
Mars	2 296 828 522	...,9974	359,064 = 359; 3,50,24
Venus	7 022 389 492	...,9964	358,704 = 358;42,14,24
Merkur	17 936 998 984	...,9928	357,408 = 357;24,28,48
Saturn:			
BRAHMAGUPTA	146 567 298	...,9966	358,776 = 358;46,33,36

	Saturn	Jupiter	Mars
Stand bei der Sintflut	1; 0,29	359;27,36	359; 3,50
Bewegung Sintflut bis Hedschra	116;58, 8	330;49,17	211;21,25
Stand bei der Hedschra	117;58,37	330;16,53	210;25,15
Radix von KHWÂRIZMÎ	117;58,37	330;16,49	210;25,15
Differenz	0″	4″	0″
d	26	12	4

	Venus	Merkur	Mondknoten
Stand bei der Sintflut	358;42,14	357;24,29	152;51,22
Bewegung Sintflut bis Hedschra	47;18, 1	71;28,25	80;56,25
Stand bei der Hedschra	46; 0,15	68;52,54	233;47,47
Radix von KHWÂRIZMÎ	46; 0, 3	68;53,10	233;47,38
Differenz	12″	—16″	9″
d	33	26	9

In die letzte Zeile haben wir die in Abschnitt 3A gefundenen Abweichungen d der Umdrehungszahlen im Kalpa notiert.

Es bleibt uns noch übrig, die folgende Frage zu beantworten: Hätte KHWÂRIZMÎ seinen Tabellen solche Umdrehungszahlen zugrunde legen können, die sich von denjenigen von BRAHMAGUPTA bzw. ALFAZÂRÎ um die in Zeile d genannten Beträge unterscheiden? Eine solche Umdrehungszahl U_1 hat ausserdem der Bedingung zu genügen, dass bei der Sintflut die Planeten zwischen 357° und 1° stehen. Dies besagt, dass die Produkte $0{,}4567 \cdot U_1$ in den Stellen nach dem Dezimalkomma zwischen 9916 und 0028 liegen. Sei U die Umdrehungszahl pro Kalpa von BRAHMAGUPTA bzw. ALFAZÂRÎ, dann wollen wir zusehen, welche Umdrehungszahlen $U-50$ und $U+50$ dieser Bedingung genügen. Zu diesem Zweck haben wir uns mit der Rechenmaschine die folgende Tabelle berechnet:

Seien a die Einer, b die Zehner, c die Hunderter und d die Tausender einer Umdrehungszahl. Wir haben alle Produkte

$$4567 \cdot (1000\,d + 100\,c + 10\,b + a)$$

für a, b, c und d gleich 0, 1, ... 9 berechnet. Unter ihnen nehmen wir diejenigen heraus, die der obigen Bedingung von MA'SHAR genügen. Sodann berechnen wir den zugehörigen Stand des Planeten bei der Hedschra. Dabei dürfen wir für die Bewegung von der Sintflut bis zur Hedschra mit der Umdrehungszahl U rechnen, denn 50 Umdrehungen mehr oder weniger pro Kalpa bewirken nur eine Änderung von etwa 1′ in diesem Intervall. Wir dürfen also die bereits berechnete Bewegung übernehmen. Für die einzelnen Planeten kommt man zu den folgenden Ergebnissen:

	Bewegung Sintflut bis Hedschra	Stellung Hedschra	d
30,29		327;19,46	2°57′ 3″
27,36		330;16,53	4″
28,34	330;49,17	332;17,51	2° 1′ 2″
45,22		212; 6,47	1°41′32″
3,50		210;25,15	0″
4,48	211;21,25	212;26,13	2° 0′58″
19,55		48;37,56	2°37′53″
42,14		46; 0,15	12″
39,22	47;18, 1	48;57,23	2°57′20″
59,17		74;27,42	5°34′32″
24,29		68;52,54	16″
21,36	71;28,25	71;50, 1	2°56′51″
3,22		115; 1,30	2°57′ 7″
0,29		117;58,37	0″
22,48	116;58, 8	115;20,56	2°37′41″

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich: Berechnet man den Stand der Planeten auf die Epoche der Tafeln mittels der Umdrehungszahlen des BRAHMAGUPTA bzw. ALFAZÂRÎ, so erhält man bis auf einige Sekunden die Radix des KHWÂRIZMÎ. Berechnet man dagegen den Stand mittels der benachbarten Umdrehungszahlen, so erhält man Werte, die von der Radix des KHWÂRIZMÎ um mindestens 2° abweichen, das ist ein mindestens tausendmal schlechteres Ergebnis. Hierdurch haben wir einen strengen Beweis erbracht, dass den Tafeln des KHWÂRIZMÎ für die mittleren Bewegungen die angegebenen Umdrehungszahlen des BRAHMAGUPTA bzw. ALFAZÂRÎ zugrunde liegen und dass die Epoche dieser Tafeln der Mittag des 14. Juli 622 ist.

In Abschnitt 3 B haben wir gezeigt, dass KHWÂRIZMÎ die Radix des Mondes um etwa 10° geändert hat, und haben die Vermutung ausgesprochen, dass der Grund hiervon war, mit der Beobachtung in Übereinstimmung zu kommen. Diese Vermutung können wir durch die folgende Betrachtung erhärten:

Wir berechnen die wahren Längen von Sonne und Mond bei der Hedschra sowohl nach KHWÂRIZMÎ als auch nach modernen Tabellen (siehe [8], diese Tabellen haben eine Genauigkeit von etwa 0,1°) auf den Meridian von Arin (g. L. 75° 52′ östl. Gr., siehe [1], S. 1 und 33). Sodann berechnen wir dieselben Grössen für die Zeit von KHWÂRIZMÎ. Um die Rechnung einfach zu gestalten, haben wir für 200 siderische Jahre (zu $365^d\,6^h\,12^m\,9^s$) nach der Hedschra gerechnet. Dies sind 200 julianische Jahre $1^d\,16^h\,30^m$ nach der Hedschra, so dass man auf das Datum 16. Juli 822, $4^h\,30^m$ nach Mitternacht kommt. Die mittlere Mondbewegung in diesen 200 Jahren haben wir zweimal gerechnet: Erstens durch Vervielfältigung der von KHWÂRIZMÎ gegebenen täglichen Bewegung von 13;10,34,52,48. Zweitens haben wir die 200 siderischen Jahre in anni collecti, anni plani, menses und dies des KHWÂRIZMÎ verwandelt und nach seinen Tabellen gerechnet. Die Resultate stimmen auf 7′ überein. Dieser Unterschied ist nach dem in Abschnitt 3 A b Gesagten zu erwarten. Wir haben in der folgenden Tabelle den Wert von KHWÂRIZMÎ verwendet.

	Hedschra		16. Juli 822 4½ h nach Mitternacht	
	KHWÂRIZMÎ	Modern	KHWÂRIZMÎ	Modern
Mittlere Länge ☉	113;25,48	114;12	113;25,48	117;30
Mittlere Länge ☾	117;45,17	118;42	32;45,47	36;48
Differenz	4;19,29	4;30	80;40, 1	80;42
Differenz Modern–KHWÂRIZMÎ	etwa 10′		etwa 2′	
Wahre Länge ☉	112; 9,28	113; 9	112; 9,29	116;27
Wahre Länge ☾	113;59,25	113;54	31;28,46	34;12
Differenz	1;49,56	0;45	81;40,43	82;15
Differenz KHWÂRIZMÎ–Modern	etwa 1° 5′		etwa 34′	

Die Tabelle sagt uns: Bildet man die Differenzen der wahren Längen von Sonne und Mond das eine Mal nach den Tabellen des KHWÂRIZMÎ, das andere Mal nach modernen Tabellen gerechnet, so erhalten wir bei der Hedschra

Werte, die um 1° 5′ auseinanderliegen, Anno 822 hingegen solche, die nur noch 34′ differieren (das heisst einer Strecke, die der Mond in etwa einer Stunde zurücklegt). Dies zeigt uns, dass KHWÂRIZMÎ die Änderung der Radix des Mondes wohl so vorgenommen hat, dass die errechneten Mondorte für das neunte Jahrhundert mit der Beobachtung dieser Zeit in Übereinstimmung kommen.

Es dürfte von Interesse sein, hier den Bericht von BÎRÛNÎ anzuführen, worin dargelegt wird, wie die Umdrehungszahlen erhalten wurden. Es ist genau das Verfahren, das auch wir bei der Nachprüfung verfolgen. BÎRÛNÎ schreibt ([3], II, S. 15f):

"These star-cycles (das heisst die Umdrehungszahlen pro Kalpa) as known through the canon of Alfâzarî and Ya'ḳûb Ibn Ṭârik, were derived from a Hindu who came to Bagdad as a member of the p[illegible]al mission which Sindh sent to the Khalif Almansûr, A.H. 154 (= A.D. 7[illegible]f we compare these secondary statements with the primary statements of th[illegible] Hindus, we discover discrepancies, the cause of which is not known to me. Is [illegible]eir origin due to the translation of Alfâzarî and Ya'ḳub? or to the dictation [illegible]hat Hindu? or to the fact that afterwards these computations have been corre[illegible]ed by Brahmagupta, or some one else? For, certainly, any scholar who becomes a [illegible]are of mistakes in astronomical computations and takes an interest in the subje[illegible], will endeavour to correct them, as, e.g. Muḥammad Ibn Isḥâḳ of Sarakhs has do[illegible]e. For he had discovered in the computation of Saturn a falling back behind real time. Now he assiduously studied the subject, till at last he was convinc[illegible] that his fault did not originate from the equation (i. e. from the correction of the places of the stars, the computation of their mean places). Then he added to the cycles of Saturn one cycle more, and compared his calculation with the actual motion of the planet, till at last he found the calculation of the cycles completely to agree with astronomical observation. In accordance with this correction he states the star-cycles in his canon."

4. Über die Genauigkeit des indischen astronomischen Systems

Wie wir schon bemerkt haben, beruht das verwendete astronomische System auf den beiden Hypothesen:

1. Bei der Schöpfung standen Sonne, Mond und die Planeten bei 0°.
2. Nach 456,7 Mahâyugas, das heisst bei der Sintflut, stehen sie zwischen 358° und 1°.

Ist U die Umlaufzahl im Kalpa, so wurde im Abschnitt 3B gezeigt, dass der Planet bei der Sintflut $s = 0{,}4567 \cdot U$ Umdrehungen ausgeführt hat. Soll er dabei zwischen 358° und 1° stehen, so muss s eine Zahl sein, die zwischen . . .,9916 und . . .,0028 liegt.

Ist U_1 eine beliebige Umdrehungszahl pro Kalpa, so kann man [illegible]age stellen, welches die nächstgelegene Umdrehungszahl U ist, so dass s - [illegible] U die geforderte Eigenschaft hat. Wir vereinfachen das Problem etwa[illegible]n wir

gen, welches die zu U_1 nächstgelegene Umdrehungszahl U ist, so dass s zwischen . . .,9900 und . . .,0099 liegt.

Wir haben auf der Rechenmaschine gefunden, dass in jedem Hunderter mindestens eine Umdrehungszahl der geforderten Eigenschaft liegt. Genauer haben wir gefunden: Die Differenzen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungszahlen U betragen 35 oder 46 oder 81. Was besagt dieses Ergebnis?

Nach unserer Fehlerrechnung im Abschnitt 3A ergibt eine Änderung der Bewegung um 1″ in 570 Jahren 6,03 Umdrehungen im Kalpa. Umgerechnet ergibt dies: 81 Umdrehungen pro Kalpa entsprechen etwa 15 Quinten pro Tag. Somit:

Mit einer Genauigkeit von 15 Quinten pro Tag lässt sich jede beliebige Bewegung den obigen Bedingungen anpassen.

In den Tafeln des KHWÂRIZMÎ finden wir leider nur eine einzige Stelle, in der die tägliche Bewegung explizite mit grösserer Genauigkeit angegeben ist. Es ist dies Kapitel 20, wo die tägliche Bewegung des Mondes zu 13;10,24,52,48 angegeben ist, also auf Quarten genau. Ebenso haben wir in der Analyse der Tabelle für die Sonne im Abschnitt 2b gesehen, dass diese einer Genauigkeit der täglichen Bewegung von Quarten entspricht. Entsprechendes gilt für die Tabellen der Planetenbewegung. Somit lassen sich in der von KHWÂRIZMÎ befolgten Genauigkeit die Umdrehungszahlen stets so wählen, dass sie der Bedingung von MA'SHAR genügen.

Literaturverzeichnis

[1] Die astronomischen Tafeln des al-KHWÂRIZMÎ, herausgegeben von H. SUTER, Danske Vid. Selsk. Skrifter. 7. Raekke. Hist Fil. Afd., III, 1, Kopenhagen 1914.
Eine kurze Mitteilung über unsere Ergebnisse ist unter dem Titel «Die astronomischen Tafeln von Al-KHWÂRIZMÎ» erschienen in: Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1956 = L'Enseignement math. 2 (1956).

[2] Brâhma-sphuta-Siddhânta, ed. by MAHÂMAHOPÂDHYÂYA SUDHÂKARA DVIVEDIN, Benares 1900, reprint from Pandit XXIV, No. 12.

[3] al-BÎRÛNÎ, Albêrûnî's India, English edition by E. C. Sachau 1887/88. Wir zitieren nach dem zweibändigen Nachdruck, London 1910.

[4] — The Chronology of Ancient Nations, Transl. and ed. by E. C. Sachau, London 1879.

[5] — The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology, Transl. by R. R. Wright, London 1934.

[6] J. BENTLEY, A Historical View of the Hindu Astronomy, London 1825.

[7] H. T. COLEBROOKE, On the Notions of the Hindu Astronomers, Asiatick Researches, *12* (1818), p. 211—252.

[8] P. AHNERT, Astronomisch-chronologische Tafeln, Leipzig 1960.

[9] E. S. KENNEDY, A Survey of Islamic Astronomical Tables. Trans. Amer. Philos. Soc., vol. 46, part 2 (1956), p. 123—177.

[10] R. SCHRAM, Kalendariographische und Chronologische Tafeln, Leipzig 1908.

[11] B. L. VAN DER WAERDEN, Diophantische Gleichungen und Planetenperioden in der indischen Astronomie. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, *100* (1955), S. 153—170.

Die Sonnenaktivität im Jahre 1960

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

(Mit 3 Abbildungen im Text)

The present paper gives the frequency numbers of sunspots, photospheric faculae and prominences as well as the intensity of the coronal line 5303 Å and of the solar radio emission at the wavelength of 10.7 cm, all characterizing the solar activity in the year 1960.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt die die Sonnenaktivität charakterisierenden Häufigkeitszahlen der Sonnenflecken, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen, die Intensität der Koronalinie 5303 Å und diejenige der solaren radiofrequenten Strahlung auf der Wellenlänge 10.7 cm.

Mean daily sunspot relative-number Mittlere tägliche Sonnenflecken-Relativzahl	112.3	(159.0)
Lowest sunspot relative-number Niedrigste Sonnenflecken-Relativzahl	22	(65)
Highest sunspot relative-number Höchste Sonnenflecken-Relativzahl	257	(301)
Mean daily group-number Mittlere tägliche Gruppenzahl	9.4	(13.1)
Total number of the northern spot-groups Gesamtzahl der nördlichen Fleckengruppen	427	(624)
Total number of the southern spot-groups Gesamtzahl der südlichen Fleckengruppen	255	(296)
Mean equatorial distance of the northern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Flecken	14.°9	(15.°7)
Mean equatorial distance of the southern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Flecken	12.°3	(13.°0)
Surface covered by fields of faculae on the N-hemisphere Bedeckung der N-Halbkugel durch Fackelfelder	13.9 %	(27.1 %)
Surface covered by fields of faculae on the S-hemisphere Bedeckung der S-Halbkugel durch Fackelfelder	8.5 %	(12.7 %)
Mean equatorial distance of the northern faculae Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Fackeln	18.°7	(21.°7)
Mean equatorial distance of the southern faculae Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Fackeln	14.°4	(15.°9)
Mean daily profile-surface of prominences Mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche	4026	(6242)

ily value of the total emission of the coronal line 5303 Å tägliche Gesamtemission der Koronalinie 5303 Å	843.8	(1149.4)
ily value of the radio emission at the wavelength of 10.7 cm tägliche Radioemission auf Wellenlänge 10.7 cm	161.0	(209.0)

values put in brackets are concerning the year 1959.
n Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf das Jahr 1959.

ables 1, 3 and 12 give the daily values of the relative-numbers, of the group-numbers he radio emission, the tables 4, 6, 7, 9 and 10 contain the distribution in latitude of ts, faculae, prominences and of the coronal intensity. Fig. 1 and 3 are showing the of the relative-numbers and of the radio emission, and by fig. 2 the distribution in of the spots, faculae, prominences and of the coronal intensity is demonstrated.
llen 1, 3 und 12 enthalten die Tageswerte der Relativzahlen, der Gruppenzahlen und ioemission, die Tabellen 4, 6, 7, 9 und 10 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, ranzen und der Koronahelligkeit. Abb. 1 und 3 zeigen den Verlauf der Relativzahlen Radioemission, Abb. 2 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, Protuberanzen Koronahelligkeit.

1. Sonnenflecken-Relativzahlen

nveränderter Weise wurden die Sonnenflecken-Relativzahlen an dem larisationshelioskop ausgerüsteten Fraunhoferschen Fernrohr von 8 cm g bei 64facher Vergrösserung bestimmt. Relativzahlbeobachtungen konn- Zürich an 298 Tagen ausgeführt werden, auf unserer Station in Locarno- an 299 Tagen und auf derjenigen in Arosa, welche nur an 113 Tagen in b war, an 77 Tagen. Die Vereinigung unserer drei eigenen Beobachtungs-

Astronomisches Institut der Karls-Universität, Prag, Beob. J. Bouška	148	0.73
Astronomisches Institut Wrozlaw, Beob. J. Jakimiec, M. Zabza, M. Jerzykiewiez, Z. Kordylewski	176	0.69
Observatoire astronomique, Beograd, Beob. M. Protitch, O. Cvijanovic, J. Arsenijevic, R. Grujic, A. Kubičela, M. Djokić	180	0.58
Observatoire de Bucarest, Beob. E. Tifrea, I. Soru, V. Dinulescu	212	0.65
Observatorium der Universität, Beyazit-Istanbul, Beob. F. Yilmaz, A. Belger, S. Gökgör, E. Balli, K. Özemre, T. Salim, A. Kiral, B. Güçtekin, M. Hotinli	271	0.81
Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze	198	0.97
Osservatorio Astrofisico, Catania, Beob. G. Fornara, A. Turiano, S. Cristaldi	303	0.94
Observatorio del Ebro, Tortosa	337	0.98
Observatorio de Cartuja, Granada, Beob. J. Burgos	329	0.88
Kislovodsk Station of the Pulkovo Observatory	337	0.72
Kiev Observatory	221	0.80
Tashkent Observatory	282	1.05
Taiwan Weather Bureau, Taipei, Beob. K. Cheng	193	1.22
Taipei Astronomical Observatory, Taipei, Beob. Chang-Hsien Tsai	140	0.78
Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka, Beob. M. Notuki, S. Nagasawa	270	0.73
Ikomasan Solar Observatory of Kyoto University, Nara-Ikoma, Beob. T. Tsujimura	244	0.77
Manila Observatory, Baguio-City, Beob. Rev. Father R. A. Miller, S. J.	333	0.64
Philippine Weather Bureau, Astronomical Observatory, Quezon-City, Beob. R. L. Kintanar	232	0.98
Observatorio Astronomico Nacional, Santiago de Chile, Beob. J. Barrera, K. Contreras, H. Wroblewski	154	1.16
c) Beobachtungen von Privatastronomen:		
W. Sandner, Grafing bei München	137	0.59
H. Krüger, Astronomische Arbeitsgemeinschaft Hannover	227	0.90
G. Stemmler, Oelsnitz im Erzgebirge	101	0.98
U. Seliger, Dresden	287	1.40
L. Wohlfeil, Gdansk	161	1.16
W. Szymański, Dabrowa Górnicza	133	1.02
A. Barbacki, Nowy Saçz	310	1.21
L. v. Bartha, J. Fejes, A. Szanto, Cs. Székely, K. Thaly, Urania Observatory Budapest	79	0.91
P. Kunaver, Ljubljana	147	1.12
R. Compte, Palma de Mallorca	107	0.93
J. Costas, Barcelona	270	0.68
M. Serinanell, Barcelona	266	0.83
J. Sacasas, Barcelona	179	1.38
V. Farré, Agrupacion Astronomica Aster, Barcelona	159	1.08
F. Montanya und M. Martinez, Palma de Mallorca	139	1.62
E. Mané und E. Tanlés, Barcelona	181	0.75
J. M. Alfaras, Barcelona	140	0.78
H. Arber, Manila	220	0.93
H. Chiba, Nikonmatsu-City	211	1.02
J. Hama, Nikonmatsu-City	234	0.88
N. Kaii, Chikugo-City	147	0.97
K. Kobayashi, Okazaki-City	136	0.99
T. Urano, Okazaki-City und Numasu-City	267	0.87
Y. Yoshizumi, Chikugo-City	106	1.05

In Tabelle 1 sind die Sonnenflecken-Relativzahlen für 1960 mitgeteilt. Diese werden täglich nur einmal bestimmt und beziehen sich im allgemeinen auf 6 bis 9 Uhr Weltzeit. Dies gilt auch für die meisten europäischen Stationen,

Tabelle 1 **Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen *R* für das Jahr 1960**

g	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	136	173	63	154	97	100	167	75	103	22	76	74
2	141	181	57	143	97	90	157	58	105	34	79	92
3	148	177	62	152	102	109	163	36	80	22	69	101
4	160	156	66	162	96	113	203	30	75	53	67	111
5	168	149	74	156	87	104	168	25	83	70	77	102
6	174	145	79	143	93	109	139	24	100	92	90	104
7	179	123	108	123	125	123	133	56	110	113	116	94
8	171	116	111	112	135	113	134	58	121	110	132	99
9	158	143	109	98	142	129	123	76	138	128	127	97
0	139	143	109	103	149	147	108	94	147	140	137	103
1	143	128	82	114	147	149	95	156	145	133	134	102
2	123	116	68	139	127	151	83	201	147	116	116	101
3	108	106	85	132	135	131	84	235	160	123	122	92
4	118	104	76	149	110	138	89	236	161	106	132	101
5	121	94	84	156	91	144	105	252	151	98	133	108
6	119	84	98	152	101	138	132	244	128	98	121	103
7	117	73	86	124	114	105	136	253	122	103	103	92
8	103	60	85	116	106	91	140	257	153	98	93	82
9	87	44	95	121	108	84	141	228	166	96	83	70
0	94	49	97	116	115	60	137	204	171	92	82	71
1	108	56	115	123	109	56	139	177	177	82	72	63

Er liegt um 46.7 Einheiten tiefer als derjenige für 1959. Zweieinhalb Jahre nach dem extrem hohen Maximum von 1957.9 lag die Fleckentätigkeit noch immer höher als während eines Maximums durchschnittlicher Intensität. Nachdem die Fleckentätigkeit im Herbst 1959 einen starken Rückgang zeigte und in den Monaten Oktober bis Dezember auf dem Niveau von $R = 120$ stationär geworden war, blieb sie auch in den ersten neun Monaten des Jahres 1960, von kleineren Schwankungen abgesehen, auf diesem Niveau (Mittelwert Januar bis September 121). Gegenüber dieser konstanten Aktivität weisen die Monate Januar und August etwas erhöhte, die Monate Februar und März etwas niedrigere Relativzahlen auf. Wiederum trat am Ende des dritten Quartals ein sprunghafter Abfall der Fleckentätigkeit auf, dem in den letzten drei Monaten eine fast konstante Aktivität auf dem Niveau $R = 86$ folgte.

Der Verlauf der täglichen Relativzahlen ist in Abb. 1 dargestellt. Die höchsten Werte wurden in der zweiten Dekade des August erreicht ($R = 257$), die kleinsten ($R = 22$) anfangs Oktober.

Die oft starken Schwankungen der Relativzahlen, wie etwa die Zunahme von $R = 24$ am 6. August auf den zehnfachen Wert innerhalb von 10 Tagen, sind nur zum Teil durch entsprechend starke Änderungen der Sonnenaktivität bedingt, zum Teil haben sie ihre Ursache in der oft ungleichförmigen Verteilung der Flecken zusammen mit dem Umstand, dass man stets nur die halbe Sonnenoberfläche sieht. Da die Rotationsdauer der Sonne nicht sehr verschieden ist von der Dauer des Monats, sind in den Monatsmitteln diese Einflüsse teilweise eliminiert. Aber auch diese zeigen noch starke Schwankungen, indem die Sonnenaktivität nicht monoton, sondern fluktuierend zu- und wieder abnimmt. Um den allgemeinen Verlauf derselben über grössere Intervalle klarer hervortreten zu lassen, hat man durch die sogenannten ausgeglichenen Monatsmittel eine weitere Glättung vorgenommen. Die Relativzahl wird bekanntlich nach folgender Vorschrift bestimmt:

$$R = k\,(10\,g + f),$$

wobei k der Reduktionsfaktor ist, g die Anzahl der Fleckengruppen und f die gesamte Zahl der in allen Gruppen enthaltenen Flecken bedeuten. Für einen bestimmten Monat ($n = 0$) betrage das Monatsmittel der Relativzahlen R_0, für einen beliebigen Monat n dagegen R_n. Die ausgeglichene Relativzahl für den Monat $n = 0$ wird nach folgender Definition berechnet:

$$\bar{R} = \frac{R_{-6} + R_6 + 2\sum_{-5}^{5} R_n}{24}$$

Man bestimmt somit zunächst die Mittelwerte aus je zwölf aufeinanderfolgenden Monaten; das Mittel aus zwei derartigen aufeinanderfolgenden Werten ist die ausgeglichene Relativzahl für den mittleren der dreizehn verwendeten Monate. Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen seit dem Fleckenminimum 1954 sind in Tabelle 2 mitgeteilt. In die eingeklammerten Werte gehen auch Monatsmittel des Jahres 1961 ein, von denen vorerst nur ein provisorischer Wert bekannt ist.

lecken-Relativzahlen im Jahre 1960.

Tabelle 2 Die ausgeglichenen monatlichen Relativzahlen 1954—1960

Jahr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahresmittel
1954	6.4	5.6	4.2	3.4	3.7	4.2	5.4	7.2	7.8	7.9	9.5	12.0	6.4
1955	14.2	16.4	19.5	23.4	28.8	35.1	40.1	46.5	55.5	64.4	73.0	81.0	41.5
1956	88.8	98.5	109.3	118.7	127.4	136.9	145.5	149.6	151.5	155.8	159.6	164.3	133.8
1957	170.2	172.2	174.3	181.0	185.5	187.9	191.4	194.4	197.3	199.5	200.8	200.1	187.9
1958	199.0	200.9	201.3	196.8	191.4	186.8	185.2	184.9	183.8	182.2	180.7	180.5	189.5
1959	178.6	176.9	174.5	169.2	165.1	161.4	155.8	151.3	146.3	141.1	137.2	132.5	157.5
1960	128.9	125.0	121.6	119.6	117.0	113.9	(108.4)	(101.9)	(97.2)	(92.6)	(87.2)	(82.9)	(108.0)

2. Statistik der Sonnenfleckengruppen

Die tägliche Anzahl der Fleckengruppen ist in Tabelle 3 mitgeteilt. Wie die Relativzahlen, beziehen sich auch die Gruppenzahlen im wesentlichen auf 6 bis 9 Uhr Weltzeit und auf eine Beobachtung bei 64facher Vergrösserung. An jedem Tag wird nur e i n e Beobachtung berücksichtigt. Bei grösserer Sonnenaktivität treten häufig kleine Gruppen auf, welche nach wenigen Stunden wieder verschwunden sind. Bei kontinuierlicher Beobachtung der Sonne könnte somit die Zahl der an einem bestimmten Tag beobachteten Fleckengruppen um einige grösser sein als die Gruppenzahl bei nur einer Beobachtung.

Der Jahresmittelwert der täglichen Fleckengruppenzahl ist von 13.1 im Jahre 1959 auf 9.4 im Berichtsjahr gefallen. Die Abnahme beträgt 28 %, stimmt somit praktisch überein mit der Abnahme der Relativzahlen, welche 29 % beträgt. Die Gruppenzahlen zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Fleckenzahlen: nach einem hohen Wert im Januar bleibt die Gruppenzahl in den Monaten Februar bis August zwischen 9 und 10, steigt im September auf 12 und liegt nach einem starken Abfall für die restlichen drei Monate um 7.

Die Gesamtzahl der Fleckengruppen hat von 920 im Jahre 1959 auf 682, das heisst um 26 %, abgenommen. Bei dieser Statistik wurde jede Fleckengruppe, unabhängig von ihrer Lebensdauer, nur einmal gezählt, und zwar wurden alle Fleckengruppen berücksichtigt, deren erste Sichtbarkeit in das Jahr 1960 fällt. Hingegen wurde jede am E-Rand eintretende Gruppe neu gezählt, auch wenn sie bereits in der vorangegangenen Rotation beobachtet worden war; in vielen derartigen Fällen ist es nämlich schwierig oder unmöglich, mit Sicherheit festzustellen, ob es sich um eine Wiederkehr oder um eine Neubildung handelt. Im Gegensatz zu dieser Statistik der Fleckengruppen wurde bei der täglichen Gruppenzahl (Tabelle 3) jede Gruppe an jedem Tag erneut gezählt.

Die Verteilung der 682 Fleckengruppen nach heliographischer Breite ist quartalsweise in Tabelle 4 mitgeteilt. Gegenüber dem Vorjahre hat die Zahl der südlichen Fleckengruppen von 296 auf 255, diejenige der nördlichen von 624 auf 427 abgenommen. Trotzdem die Abnahme auf der S-Halbkugel nur 14 % beträgt gegenüber 32 % auf der N-Halbkugel, bleibt diese noch immer die aktivere, indem im Jahre 1959 die Zahl der nördlichen Gruppen mehr als doppelt so hoch lag wie diejenige der südlichen.

Tabelle 3 **Tägliche Anzahl der Fleckengruppen im Jahre 1960**

Monat											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
16	13	6	9	8	8	11	7	7	3	7	6
14	16	6	8	9	7	9	6	8	4	9	8
17	14	8	11	8	9	9	4	7	2	7	9
16	12	9	11	8	8	11	4	7	6	8	8
16	12	10	11	7	8	9	3	7	9	8	10
14	13	8	12	7	8	8	3	12	8	8	9
14	9	11	13	10	9	9	7	11	9	9	9
14	9	11	11	10	11	9	6	9	9	10	10
14	12	9	11	10	13	8	7	11	9	7	10
13	12	11	9	13	13	8	10	15	12	6	9
13	9	8	9	13	12	9	12	14	13	7	11
10	9	7	10	11	14	8	13	14	11	6	10
11	8	10	8	11	11	9	14	15	12	8	10
13	7	8	9	10	11	8	14	16	10	5	11
13	5	8	11	9	13	7	15	19	10	7	9
13	5	11	11	10	14	12	14	13	8	9	9
12	4	7	8	9	11	9	14	13	9	8	7
10	6	7	8	9	10	12	13	16	7	6	7
9	5	9	7	9	9	13	13	10	8	6	6
8	6	9	7	9	7	13	14	13	6	7	5
10	6	9	9	7	6	14	13	15	5	5	4

Die Fleckentätigkeit war mit wenigen Ausnahmen auf der N-Halbkugel auf Breiten $< 35°$, auf der S-Halbkugel auf Breiten $< 25°$ beschränkt. Bemerkenswert ist ein Nachzügler in über 50° Breite der nördlichen Hemisphäre. Es kommt darin erneut zum Ausdruck, dass die Phase des Zyklus auf der südlichen Halbkugel weiter fortgeschritten ist als auf der nördlichen. Die maximale Häufigkeit der Flecken findet sich auf beiden Hemisphären im Intervall 10 bis 14°.

Häufigkeit und mittlere heliographische Breite der Fleckengruppen sind für jedes Quartal in Tabelle 5 mitgeteilt. Trotzdem vom ersten zum zweiten Quartal die Zahl der nördlichen Gruppen ab-, diejenige der südlichen zunahm, bleibt in jedem Quartal die nördliche Halbkugel die aktivere.

Tabelle 5 **Häufigkeit und mittlere heliographische Breite der Fleckengruppen**

		I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal	Jahr 1960
N-Halbkugel	Anzahl	120	100	121	86	427
	mittlere hel. Breite	+ 13.°9	+ 13.°6	+ 17.°2	+ 14.°4	+ 14.°9
S-Halbkugel	Anzahl	60	73	66	56	255
	mittlere hel. Breite	− 14.°0	− 12.°2	− 11.°9	− 11.°2	− 12.°3

Der mittlere Äquatorabstand der Fleckengruppen hat gegenüber dem Vorjahr auf der nördlichen Halbkugel von 15.7° auf 14.9° abgenommen, auf der südlichen von 13.0° auf 12.3°. Auch aus dem Breitenunterschied der beiden Fleckenzonen folgt, dass die südliche Halbkugel im Zyklus weiter fortgeschritten ist als die nördliche.

Während der Äquatorabstand der südlichen Gruppen im Laufe des Jahres regelmässig abnimmt, steigt derjenige der nördlichen im dritten Quartal (gleichzeitig mit der Zunahme der Aktivität) sprunghaft an. Dies kommt auch in der Breitenverteilung (Abb. 2) zum Ausdruck, indem die Breiten zwischen 20° und 30° der nördlichen Halbkugel anomal stark besetzt sind und zu einer «Schulter» in der Breitenverteilung Anlass geben, die auf zwei sich überlappende Fleckenzonen schliessen lässt, von denen die «normale» im Intervall 10—15° liegt, die «anomale» etwa bei 25°.

3. Fackeln

Wie bisher wurden die Fackeln im Projektionsbild von 25 cm Durchmesser eingezeichnet und hernach auf die heliographischen Karten übertragen. Die einzelnen Fackelpunkte sind zu Fackelherden zusammengefasst und diese auf den «Heliographischen Karten der Photosphäre für das Jahr 1960» (Publ. d. Eidgen. Sternwarte, *11*, Heft 5), welche die Rotationsperioden Nr. 1422—1435 umfassen, planimetriert worden. Als Flächeneinheit der Fackelfelder wurde

in Fackelflächeneinheiten für die Rotationen des Jahres 1960

Südliche Breite							
–30	30—25	25—20	20—15	15—10	10—5	5—0
.5	6	13.5	**20.5**	16	8	5.5
.5	5	11	**22.5**	15.5	7	6
	6	13	**16**	15	8	5.5
.5	6.5	13	**15**	**15**	14	6
–	5	6	14.5	**20.5**	14.5	5.5
.5	5.5	9.5	24.5	**27.5**	22	8
.5	1	5.5	18	**20**	16	8
.5	2.5	7	16	**21**	18	7
.5	1.5	6.5	14	**19**	18	12
–	2	7	12	**18**	17	13
	6	14.5	**25**	20.5	13.5	8.5
	6.5	14	**20**	17	11	4
	4	8.5	15.5	15	**20**	6
	2	11.5	12	13	**14.5**	7
.1	4.3	10.0	17.5	**18.1**	14.4	7.3

Nördliche Breite											Mittlere Breite	
0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55	Süd	Nord
12	29	28.5	23	24	22	8	3	4.5	6	2	16.0°	19.2°
14.5	28.5	28.5	27	26	16.5	8	2.5	2.5	3.5	—	15.6	17.4
14.5	20.5	21.5	18.5	18	18	7	3	1	2.5	1	17.2	17.9
10.5	29.5	19	17	19	17	7	3.5	0.5	2.5	2	15.7	17.9
5.5	20	21	14.5	11	11.5	5.5	1.5	—	1	—	13.7	16.7
10	22	28	20	16.5	12.5	9	1.5	0.5	0.5	—	14.5	16.6
9	18	20.5	18.5	17	12.5	9	6	—	—	—	12.9	17.9
8	19	22	23	22	17	10	7	3	—	—	13.4	19.2
9	13	25	27	25	22	15	8	1.5	—	—	11.9	20.1
7	11	20	23	21	16	10	6	2	—	—	11.7	19.0
5	7.5	12	19	20	15.5	9.5	3.5	3.5	0.5	—	15.1	21.2
4	7.5	13	18	23	16	9	5	1	—	—	16.1	21.0
7.5	17	14	18	26.5	21.5	12.5	6.5	2	—	—	13.8	20.4
7	13.5	21	22.5	22	14	7.5	3	0.5	—	—	14.2	18.3
8.8	18.3	21	20.6	20.8	16.6	9.1	4.3	1.6	1.2	0.4	14.4	18.7

Fläche von 25 Quadratgrad der heliographischen Karten gewählt. Diese heneinheit nimmt auf der Kugel mit dem Cosinus der heliographischen te ab und beträgt in jeder 5°-Breitenzone $^1/_{72} = 1.389$ % der Gesamtfläche er Zone. Für die Rotationen des Jahres 1960 sind die Fackelflächen nach Breitenzonen in Tabelle 6 mitgeteilt, ebenso die Jahresmittelwerte. Bei der echnung der mittleren heliographischen Breite wurden alle Breitenzonen gleich grossem Gewicht versehen, obschon die Gesamtfläche der Zonen mit Cosinus der heliographischen Breite abnimmt.

ie Breitenverteilung der Fackeln (Abb. 2) zeigt wiederum das Vorherrn der nördlichen Aktivität. Allerdings kommt dieses nicht so sehr durch grössere Höhe des nördlichen Maximums zum Ausdruck, als vielmehr durch e grössere Breite. Die nördliche Zone zeigt zwei Maxima der Fackelhäufig; das eine liegt, wie auf der südlichen Halbkugel, zwischen 10° und 15 °, zweite zwischen 20° und 25°. Diese bei den Fackeln direkt in Erscheinung ende Aufspaltung der Aktivitätszone wurde bereits aus der anomalen tenverteilung der Flecken («Schulter» bei 25° auf der nördlichen Halbel) gefolgert. Gegenüber 1959 hat die mittlere heliographische Breite der keln der südlichen Hemisphäre von 15.9° auf 14.4°, diejenige der nördlichen 21.7° auf 18.7° abgenommen. Der mittlere Äquatorabstand der Fackeln ist der N-Halbkugel um 3.8°, auf der S-Halbkugel um 2.1° grösser als derge der Flecken. Auch die Fackelzonen zeigen die schon bei den Flecken in heinung getretene Phasenverschiebung der beiden Halbkugeln. Diese mt nicht nur in der heliographischen Breite der Fackelzonen zum Aus-

Tabelle 7 Breitenverteilung der Polarfackeln für das Jahr 1960

Südliche Breite								Nördliche Breite							
80/85	75/80	70/75	65/70	60/65	55/60	50/55	45/50	45/50	50/55	55/60	60/65	65/70	70/75	75/80	80/85
—	1	7	9	6	6	3	2	50	133	91	57	18	4	—	—
—	—	4	23	7	2	1	—	73	174	127	80	21	—	—	—
—	1	25	16	15	16	9	3	52	111	165	137	34	1	—	—
14	35	55	25	5	7	2	2	33	155	268	200	47	3	—	—
3	35	66	29	5	1	6	—	20	165	313	227	107	16	—	—
1	15	40	17	11	9	2	2	25	134	311	332	159	39	—	—
—	3	24	11	7	4	3	1	11	54	233	274	213	47	1	—
—	—	—	6	4	7	1	4	14	26	123	240	218	131	16	3
—	—	—	4	—	1	3	8	8	18	73	267	341	206	56	14
—	—	—	—	—	2	1	9	11	16	55	160	213	173	46	7
—	—	—	1	2	3	11	4	14	13	47	130	269	221	113	7
—	—	—	2	—	1	—	—	9	10	47	220	305	280	85	7
—	—	3	4	6	7	4	5	13	33	81	153	242	160	34	2
—	—	4	12	5	2	6	—	18	37	110	170	102	56	3	—
1.3	6.4	16.3	11.4	5.2	4.9	3.7	2.9	25.1	77.1	146.0	189.1	163.5	95.5	25.3	2.9

ıe Beobachtungen vorlagen. Die «Zahl» der meist kontrastarmen Polarcteln ist schwierig festzustellen, da die persönliche Auffassung, die Bildıse und vor allem die Bildqualität von grossem Einfluss sind. Häufigkeit und einbare Breitenverteilung der Polarfackeln hängen von deren Sichtbarkeitsktion ab. Im Frühjahr, wenn der Südpol der Erde zugekehrt ist, sind sie beders auf der südlichen Polarkalotte sichtbar, im Herbst auf der nördlichen. Sichtbarkeitsfunktion verursacht auch zusammen mit der variablen Lage Sonnenachse relativ zur Erde die jahreszeitliche Schwankung der heliophischen Breite der polaren Fackeln. Auf der N-Halbkugel erscheinen sie Frühjahr am häufigsten im Intervall 50—55°, im Herbst im Intervall 65—70°. samthaft betrachtet sind die nördlichen Polarfackeln etwa 20mal zahlreicher die südlichen (Abb. 2). Ein wie es scheint bedeutungsvoller Unterschied gt sich in der heliographischen Breite der beiden Polarzonen, indem das ximum der südlichen Polarfackeln im Intervall 70—75° liegt, das Maximum nördlichen aber im Intervall 60—65°. Der Unterschied hat seine Ursache ıptsächlich darin, dass die südlichen Polarfackeln fast nur in der ersten ıreshälfte aufgetreten waren, wo ihre scheinbare Breite besonders hoch ist. er auch wenn man nur die Zeiten günstigster Sichtbarkeit in Betracht zieht,

ht die Breitendifferenz – wenn auch abgeschwächt – weiter, indem die male südliche Häufigkeit im Intervall 70—75° liegt, die nördliche im Inter- 65—70°. In Wirklichkeit muss die Breitendifferenz grösser sein, da die barkeitsfunktion eine solche verringert. Auf die Beziehung zwischen den en Fackeln und andern Erscheinungen der polaren Aktivität wird noch ckzukommen sein.

4. Protuberanzen

e Photographien der Protuberanzen werden an allen drei Stationen ch, Arosa und Locarno mit einem auf 10 cm abgeblendeten Objektiv von cm Brennweite über ein $H\alpha$-Filter mit einer Kleinbildkamera auf Kodak- IV-E gemacht. Obschon die Station Arosa nur an 113 Tagen in Betrieb und auf der Station Locarno zufolge Reparatur des Filters die Beobach- en vom 1. März bis 31. August ausfielen, liegen von 308 Tagen Protube- enaufnahmen vor. Lückentage der Protuberanzenstatistik sind:

Januar	15., 28.
Februar	5., 11., 17., 18., 23.
März	2., 3., 5., 9., 11., 15., 18., 20., 31.
April	4., 14., 17., 23., 26.
Mai	22., 29., 30.
Juni	1., 7., 14.
Juli	9., 11., 18., 19., 27., 28.
August	1., 8., 12.
September	5., 19., 30.

ideten, auf visuellen Beobachtungen beruhenden Statistik entspricht – weist enüber dem Vorjahr einen Rückgang von 35 % auf.

1 Tabelle 9 sind die mittleren täglichen Profilflächensummen der Protube-ten nach 5°-Breitenzonen (Summe aus E- und W-Rand) mitgeteilt und in). 2 dargestellt. Wie bei den Flecken und Fackeln ist die Hauptzone der

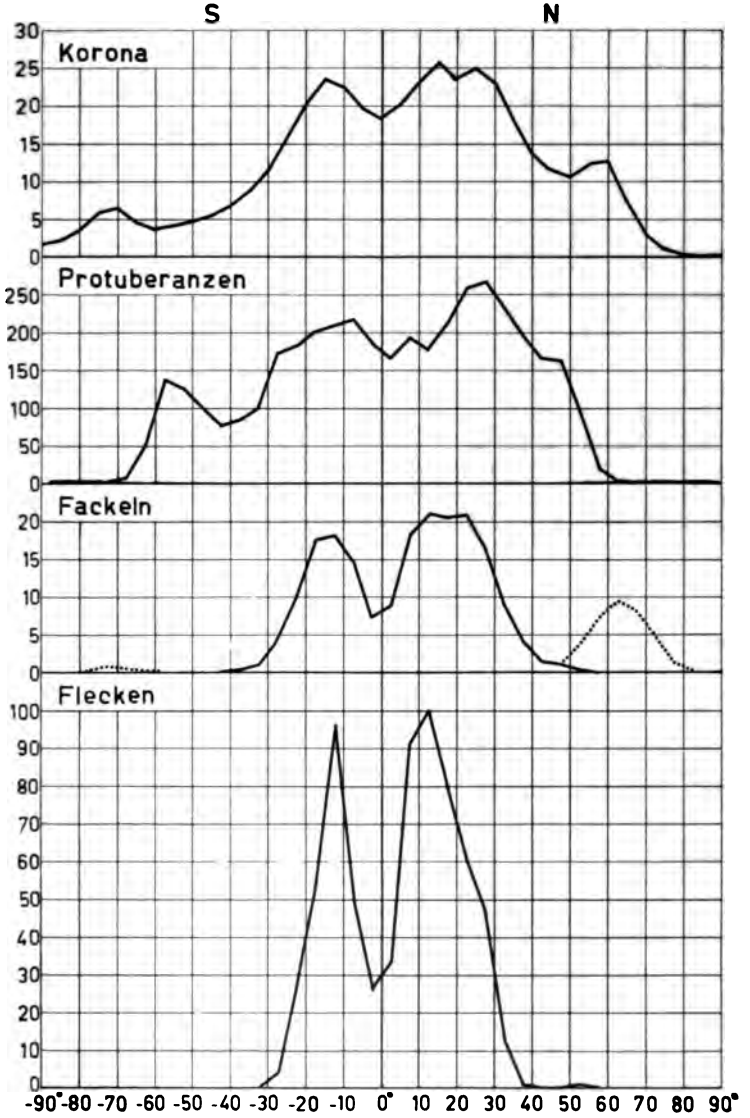


Abb. 2 Die Verteilung der Sonnenfleckengruppen, der photosphärischen Fackeln, Protuberanzen und der Intensität der Koronalinie 5303 Å nach heliographischer Breite im Jahre 1960.

ɔtuberanzenprofilflächen für das Jahr 1960

5	45—50	50—55	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	85—90	0—90
	163	95	21	5	2	2	1	2	2	2163
	99	126	**138**	50	8	2	2	3	2	1863
	262	221	159	55	10	4	3	5	4	4026

Å in Abhängigkeit von der heliographischen Breite

40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
3.80	11.70	10.97	12.44	**12.66**	7.80	3.16	1.18	0.49	0.25	0.14
6.57	5.50	4.81	4.06	3.89	4.69	**6.44**	5.84	3.50	2.10	1.66
0.18	8.60	7.89	8.25	**8.27**	6.24	4.80	3.51	1.99	1.18	0.90

Protuberanzen auf der N-Halbkugel stärker entwickelt als auf der S-Halbkugel. Das nördliche Hauptmaximum folgt in bekannter Weise dem Fleckenmaximum in einer um 15° höheren Breite. Das kleine Maximum bei 7.5° stammt von den mit den Flecken verbundenen Protuberanzen. Auf der S-Halbkugel fällt das Protuberanzenmaximum mit der Fleckenzone zusammen, während die sonst dominierende Hauptzone, die den Flecken in höherer Breite folgt, nur durch eine «Schulter» bei 25° angedeutet ist. Die alte polare Protuberanzenzone, die 1959 in der Umgebung des Nordpoles noch kräftig entwickelt war – auf der S-Halbkugel war sie schon früher erloschen – ist 1960 vollständig verschwunden. Auf der südlichen Hemisphäre, die auch bezüglich der Protuberanzen im Zyklus weiter fortgeschritten ist als die nördliche, erschien 1959 zwischen 55° und 60° ein kleines Maximum, welches im letztjährigen Bericht versuchsweise als neue Polarzone interpretiert wurde. Diese Vermutung hat sich bestätigt, indem diese Zone 1960 in derselben Breite noch deutlicher in Erscheinung tritt. Auf der N-Halbkugel ist nun die neue Polarzone ebenfalls angedeutet durch die «Schulter» im Intervall 45—50°.

5. Korona

Die Intensitätsverteilung der Koronalinie 5303 längs des Sonnenrandes konnte an 44 von den 113 Tagen, an welchen das Aroser Observatorium in Betrieb war, aufgenommen werden, nämlich:

Januar	2.
März	6., 7., 13., 16., 21., 22., 23., 26., 28.
April	2., 3., 5., 6., 7., 8., 10., 13.
Juni	4., 6.
Juli	31.
August	4., 7., 13., 14., 16., 17., 20., 22., 24., 25., 26., 27.
Oktober	1., 2., 5., 8., 10., 13.
Dezember	24., 25., 26., 27., 30.

Die Mittelwerte dieser 44 Beobachtungen, welche die Intensität der Linie 5303, ausgedrückt in willkürlichen Einheiten und beobachtet bei einem Abstand von etwa 30″ vom Sonnenrand, geben, sind in Tabelle 10 in Intervallen von 5° der heliographischen Breite mitgeteilt, wobei bereits zwischen Ost- und Westrand gemittelt worden ist. Die Breitenverteilung der Intensität der Linie 5303 ist überdies in Abb. 2 dargestellt. Die mittlere tägliche Summe der von 5° zu 5° heliographischer Breite gemessenen Intensitäten hat von 1149.4 im Jahre 1959 auf 843.8 abgenommen. Von dieser Summe entfallen 485.6 auf die nördliche, 358.2 auf die südliche Halbkugel. Die Intensität in der nördlichen Hauptzone hat stärker abgenommen als diejenige der südlichen (wie auch die Flecken- und Fackeltätigkeit), so dass das nördliche Maximum nur noch wenig höher liegt als das südliche (ebenfalls konform mit der Flecken- und Fackeltätigkeit).

Bei der Mittelbildung über das ganze Jahr können schwach entwickelte Aktivitätszonen verwischt werden. Deshalb wurden die 44 Beobachtungen in

twa gleich grosse Gruppen unterteilt. Die heliographischen Breiten der nen Intensitätsmaxima sind in Tabelle 11 mitgeteilt. Die Hauptzone ist vorhanden, liegt auf der S-Seite bei etwa 13° und ist auf der N-Seite ährend des ganzen Jahres in zwei Maxima bei 15° und 25° aufgespalten. iese Doppelzone wurde schon bei den Flecken und Fackeln hingewiesen. Korona treten die Hauptmaxima in bekannter Weise in etwas höherer auf als in der Photosphäre, doch beträgt die Differenz bei der fortgeenen Phase des Zyklus nur noch etwa 2.5°.

elle 11 **Die heliographischen Breiten der Haupt- und Polarzonen der 5303-Intensität**

Epoche	N-Halbkugel		S-Halbkugel	
	Polarzone	Hauptzone	Hauptzone	Polarzone
1960.12	(60°)	15°	15°	70°
1960.34	55°	25°, 15°	15°	70°
1960.59	60°	25°, 15°	10°	70°
1960.82	55°	25°, 15°	12°	70°

südliche Polarzone, die 1959 bei 65—70° lag, ist während des ganzen bei 70° aufgetreten, war jedoch schwächer als im Vorjahr. Dagegen ist rdliche Polarzone, die erst in der zweiten Hälfte 1959 erstmals deutlich cheinung trat, stark entwickelt mit einem Maximum bei 55—60°. Von

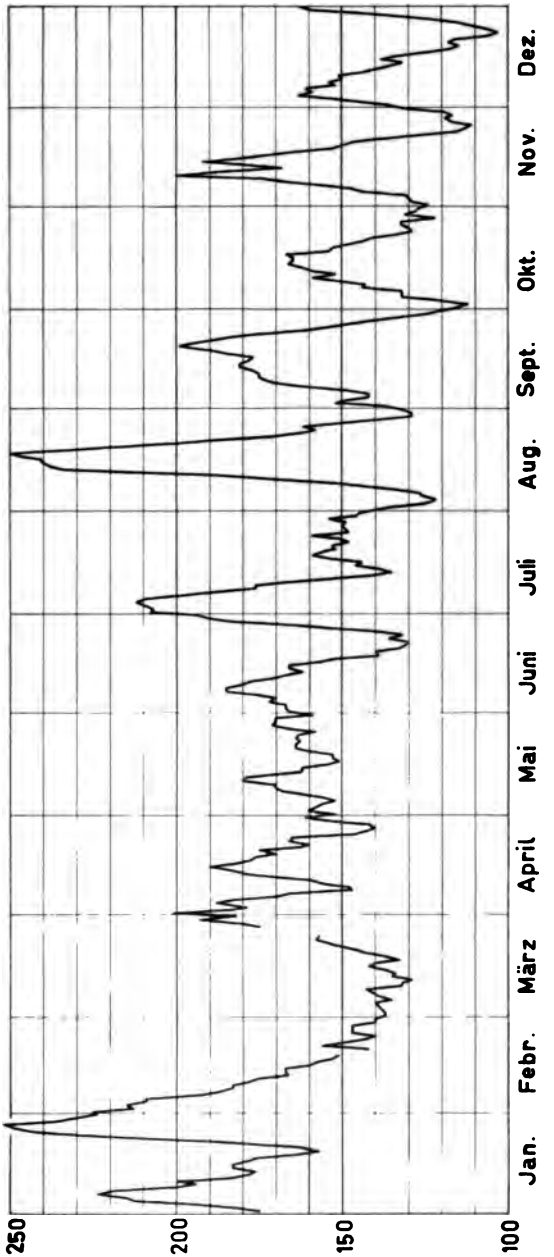


Abb. 3 Die täglichen Werte der solaren Radioemission auf der Wellenlänge 10.7 cm im Jahre 1960.

Tabelle 12 **Die Intensität der solaren Radioemission bei $\lambda = 10.7$ cm**

Monat											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
—	225	137	201	152	166	208	140	137	115	124	136
175	213	137	184	160	167	207	134	152	112	129	145
182	215	138	179	158	167	210	125	149	120	130	152
193	209	139	188	156	172	212	122	142	132	131	163
213	209	140	182	152	170	209	126	142	132	144	159
215	192	135	169	156	175	200	127	149	132	148	161
224	187	139	165	162	185	187	134	162	144	157	152
219	183	141	147	168	185	176	145	170	143	168	154
201	183	143	148	170	181	176	152	173	151	175	150
194	178	132	156	170	178	166	170	175	159	200	151
200	175	132	159	180	171	153	187	175	152	188	144
184	166	129	168	179	167	142	214	177	159	168	140
178	167	135	179	170	162	135	234	181	162	180	136
176	167	134	183	162	166	139	238	181	166	192	132
183	160	137	190	162	166	146	240	178	165	183	138
183	158	142	183	155	157	144	241	177	165	174	134
179	153	140	178	151	153	153	247	185	167	164	125
176	151	133	176	153	139	159	250	190	154	153	118
164	—	137	170	153	140	156	234	199	153	150	115
157	142	143	175	160	133	152	219	195	149	147	118
162	156	145	163	164	131	153	201	189	144	139	116

Aktuelle Beziehungen der Quartärgeologie zum Bauwesen*

Von

HEINRICH JÄCKLI, Zürich

Jede Naturwissenschaft befruchtet die Praxis und wird ihrerseits wieder durch die Praxis gefördert. Die Geologie macht davon keine Ausnahme. Es soll die Aufgabe dieser Zeilen sein, auf einige solcher gegenseitigen Befruchtungen hinzuweisen, wobei wir aus dem grossen Gebiet der Geologie speziell die Quartärgeologie auswählen und ihre Beziehungen zu einem Bereich der geologischen Praxis prüfen wollen, mit der der Verfasser besonders verbunden ist, nämlich dem Bauwesen.

Glaziale Erosion

Beginnen wir mit einem dramatischen Ereignis, das seinerzeit unsere Väter erlebt hatten und das, wie wenig andere, dazu angetan war, in Fachkreisen wie auch in der Öffentlichkeit die Stellung des beratenden Geologen zu diskutieren: der Lötschbergtunneleinbruch.

Beim Vortrieb des Lötschbergtunnels brach unter dem Gasterenboden am 24. Juli 1908, morgens 2.30 h, nach einem Abschlag die Stollenbrust 2675 m ab Nordportal ein, wassergesättigter Sand und Kies stürzten wildbachartig in den Tunnel und füllten diesen auf 1½ km dermassen rasch ein, dass die Vortriebsequipe nicht mehr zu fliehen vermochte und 25 Mineure eingedeckt wurden. Wie hatten sich die geologischen Experten täuschen und dem Ingenieur festen Fels versprechen können, wo statt dessen lockerer Sand und Kies junger Talalluvionen vorlag?

In der offiziellen Expertise, in welcher verschiedene Varianten miteinander geologisch verglichen worden waren, hatten sich sechs Jahre vor Baubeginn die Geologen v. Fellenberg, E. Kissling, H. Schardt (1900) wie folgt geäussert:

> «Die Unterführung unter den Gasterenboden hat, trotz der geringen Überlagerung, nicht zu befürchten, auf Trümmergestein zu stossen. Die

* Vortrag, gehalten vor der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich am 20. Februar 1961.

Auffüllung beträgt höchstens 60 bis 70 m. Der Tunnel wird also sicher noch von mindestens 100 m Felsgestein überhöht sein.»

Als dann der definitive Beschluss gefasst war, die Variante Lötschberg auszuführen, hatten weder die geologischen Experten verlangt, dass ihre optimistische Prognose durch Sondierbohrungen verifiziert werde, noch wurde von den Projektanten eine solche Kontrolle von sich aus vorgenommen.

Prof. L. ROLLIER, der nicht zu den offiziellen Experten gehört hatte, wurde vom bauleitenden Ingenieur später aufgefordert, sich zum Problem der Untertunnelung des Gasterentales zu äussern, was er am 15. November 1906 in einem vierseitigen Bericht tat, in welchem die wichtigste Stelle heisst (L. ROLLIER, 1906):

«Wie tief mag diese Unterhöhlung Kalkschichten unter der Alluvialfläche des Gasterenbodens stattge en haben? Darüber kann niemand Angaben machen, besonders desweg nicht, weil man in den Alpen noch niemals unter einem solchen eb alboden einen Tunnel gebaut hat. Ich glaube, dass die Alluvialbildung , Grundmoränen, Talausfüllungen und Aufschüttungen tiefer reichen, s das Expertenprofil es andeutet. Ob sie aber bis zur Tiefe von 200 m rhanden sind, kann man nur dann annehmen, wenn man die Bildung s Gasterenbodens der Gletschererosion zuschreibt. Darüber gehen i den Fachleuten die Meinungen noch weit auseinander. Sollte das A uvium (Grundmoräne, Kies- und Sandschichten) so tief hinabreichen, o würden sie über 100 m lang im Tunnel anzutreffen sein. Ein solcher Boden ist für einen Tunnelbau nicht günstig; jedoch bietet er kein absolutes Hindernis dar, da die Druckverhältnisse relativ klein sind, die Wasserverhältnisse nicht besonders schlimm sein können. Grundmoränenmaterial, das man mit Sandschichten erwarten kann, ist nicht so locker, als dass man darin nicht vorwärts kommen könnte. Das Grundwasser ist stets geringer, je dichter und feiner die Sand- und Moränenmaterialе beschaffen sind.»

In geologischer Beziehung war seine Formulierung absolut richtig und hätte den Empfänger unbedingt zu Sondierungen veranlassen müssen, die damals, zwei Jahre vor der Katastrophe, noch hätten berücksichtigt werden können. In bautechnischer Beziehung dagegen war die Schlussfolgerung ROLLIER's falsch, hätte aber vom Ingenieur nicht beachtet zu werden brauchen, da diesbezüglich nicht die akademische Deduktion des Geologen, sondern die empirische Stollenbauerfahrung des Ingenieurs den Ausschlag hätte geben sollen.

Wenige Stunden nach der Katastrophe bildeten sich an der Oberfläche des Gasterentalbodens grosse Einsturztrichter über der Eint weisen Massenausgleich zu dem rund 10 000 m³ Material, vionen in den Tunnel eingebrochen war.

In der Folge wurden in der Talsohle über der projektierte Tiefbohrungen angesetzt; die erste erreichte den Fels 210 m und damit 35 m unter der projektierten Tunnelsohle, die zwe

unter dem Talboden in lockeren Alluvionen eingestellt, ohne den Fels erreicht zu haben.

Der Gasterenboden war somit tatsächlich gewaltig übertieft und mit jungen Alluvionen ausgefüllt, welche Annahme bis dahin von den Gegnern einer starken Glazialerosion für unmöglich gehalten worden war.

Unter dem Druck dieser geologischen Erkenntnisse wurde das erste geradlinige Tunneltrasse aufgegeben und ein neues Trasse gewählt, welches zwar 800 m länger war als das erste, den mit Alluvionen gefüllten Talboden im Osten aber umfuhr und auf diese Weise sicher im anstehenden Fels drin blieb.

Zwei Probleme wurden damals durch die Lötschbergkatastrophe grell beleuchtet, nämlich das Verhältnis vom beratenden Geologen zum Ingenieur, von geologischen Experten zu Bauherrschaft und Bauleitung, und auf ganz anderer Ebene die Unberechenbarkeit der glazialen Erosion.

35 Jahre nach der Katastrophe am Lötschberg wurde im Zusammenhang mit dem damals projektierten Grosskraftwerk Urseren die Felstiefe unter dem Alluvialboden von Andermatt abgetastet, vorerst seismisch, durch Prof. KREIS, Chur, anschliessend mittels Bohrungen, und zwar, um schneller bei der Grenze zu sein, von unten nach oben, vom Gotthardtunnel aus senkrecht aufwärts, denn schon die seismischen Untersuchungen hatten eine sehr tiefe Alluvialfüllung festgestellt. Was ergab sich dabei? Die Tatsache, dass seinerzeit JULES FAVRE und seine Mitarbeiter, ohne sich dessen je bewusst gewesen zu sein, ein ganz unerhörtes Glück gehabt hatten, nicht ebenfalls in junge, lockere Alluvionen hineinzufahren, denn tatsächlich liegt über dem Scheitel des Gotthardtunnels an der von der Bohrung kontrollierten Stelle bloss 36 m Fels, und darüber kommen auch dort junge Schuttbildungen des Urserentales (siehe Abb. 1).

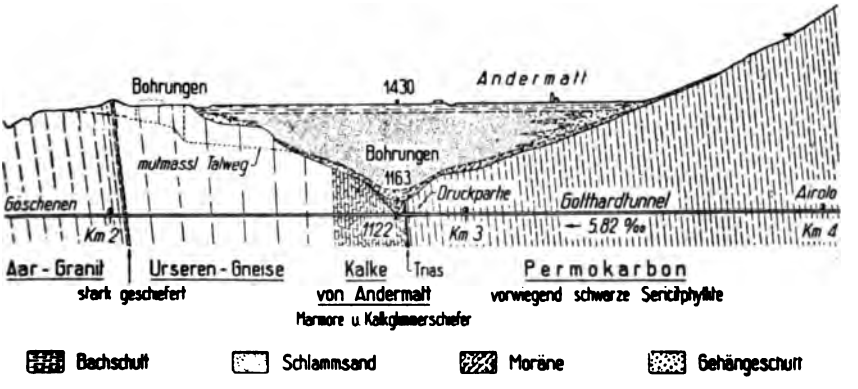


Abb. 1 Geologisches Profil durch den Gotthardtunnel unter dem Urserental, nach R. U. WINTERHALDER und A. KREIS, aus: «Das Projekt der Urserenkraftwerke», von E. MEYER-PETER und TH. FREY, 1945.

Die Möglichkeit von Glazialerosion wurde nie bezweifelt, dafür liefern Gletscherschliffe in der Nähe unserer rezenten Gletscher einen zu schönen Beweis. Aber die Frage nach dem Ausmass der Glazialerosion hat von jeher in der Quartärgeologie eine wichtige Rolle gespielt. Mittels der modernen Sondiermethoden, sowohl der mechanischen als insbesondere auch der geophysikalischen, gelingt es heute leichter als früher, unter Alluvionen die Lage der Felssohle abzutasten oder auch an bestehenden Gletschern die Eismächtigkeit und damit die Form ihrer Unterlage zu eruieren. Dabei können nicht selten beckenförmige Depressionen im Fels festgestellt werden, die unmöglich durch fluviatile, sondern nur durch glaziale Erosion geschaffen sein können, tektonische Ruhe der Erdkruste im Gebiet der Felsschwelle vorausgesetzt.

Als Beispiel sei der Gornergletscher ge t, der von A. SÜSSTRUNK seismisch abgetastet wurde, welche Resultate auf Zermatt des Geologischen Atlas der Schweiz (1953) dargestellt sind. D nd andere analoge Beispiele von Felsbecken, welche im Zusammenhang raftwerkbauten untersucht wurden, bestätigen den Befund am Lötschb d bei Andermatt: Für Gletscher vom alpinen Typus kann eine örtlich ntlich sehr bedeutende Glazialerosion nicht mehr geleugnet werden. D nst so scharfen und nicht selten recht polemischen Diskussionen zwische efürwortern und Gegnern einer starken Glazialerosion sind heute viel ehe ner mittleren gemeinsamen Linie in den Auffassungen gewichen, nicht zule lank der Aufschlüsse, welche die Bautechnik der Geologie geliefert hat.

Epigenesen

Nun wissen wir, dass während des Quartärs mindestens viermal alpine Gletscher aus dem Hochgebirge ins Mittelland vorstiessen, dort glaziale Erosion betrieben oder glaziale Sedimente ablagerten und sich wieder zurückzogen. Und dieser wiederholte Wechsel glazialer und interglazialer Verhältnisse führte zu einem weiteren für die Bautechnik gelegentlich wichtigen Phänomen: den Flussepigenesen. Wurden durch Moränen, durch Bergstürze, durch Toteis oder durch andere Hindernisse enge Flussläufe verstopft, so sah sich der Fluss gezwungen, daneben ein neues Flussbett, eine neue Felsschlucht zu schaffen; es entstand eine Epigenese. Baut dann der Ingenieur über einem als Sperrstelle ausgewählten Felsriegel eine Staumauer, so ist es eine der wichtigsten Aufgaben des Geologen, abzuklären, ob sich neben dem heutigen Flusslauf unter Oberflächenschutt nicht alte Flussrinnen ve
eines abdichtenden Bauwerkes natürlich Anlass zu Durch
Wasserverlusten aus dem Stauraum und zu Schäden am
könnten.

Ein auf natürliche Weise gut aufgeschlossenes Beispiel
an ihrer engsten Stelle neben der heutigen Schlucht noch
kerben aufweist.

Glaziale Ablagerungen als Baustoff

Aber Gletscher und Gletscherbäche pflegen nicht bloss zu erodieren, sie sedimentieren auch recht oft und recht bedeutend, und mit solchen glazialen beziehungsweise fluvioglazialen Ablagerungen wollen wir uns im folgenden beschäftigen, und zwar vorerst als Baustoff.

Aus der Fülle solcher Sedimente wollen wir zwei typische auswählen, nämlich die Moränen und die Schotter.

Moränen

Im schweizerischen Mittelland werden intramorän, das heisst in den von den Gletschern der letzten Eiszeit erreichten Gebieten, sehr weite Flächen von Moränendecken eingenommen, während die anstehende Molasse oft nur in Bachtobeln oder in einzelnen steileren Flanken entblösst ist. Nun haben schon unsere Ahnen in diesen Moränen die grossen, harten und verwitterungsresistenten Findlinge geschätzt, die sie als Mauersteine zu Bauzwecken verwenden konnten, lieferten doch die Molassesandsteine in der weiteren Umgebung von Zürich kein brauchbares, wetterfestes Baumaterial. Wer kennt nicht die heimeligen, bunt gemusterten Hausfronten, die mit Moränenblöcken aufgeführt sind und denen im Linthgletschergebiet der rote Verrucano aus dem Glarnerland oder dem Walenseetal ihren eigenen Charme verleihen. Ein Beispiel dafür ist das Haus «zum roten Ackerstein» in Höngg, das an seiner Hauptfront den Spruch trägt:

Ein grosser roter Ackerstein,
in manches Stück zerbrochen klein
durch Menschenhand und Pulvers Gwalt
macht jetzo dieses Haus Gestalt.
Vor Unglück und Zerbrüchlichkeit
bewahr es Gottes Gütigkeit.

1674

Beim Gletschertransport findet keine saubere Sortierung nach der Grösse der Komponenten statt, im Gegensatz zum Wassertransport. Dadurch sieht die Kornverteilungskurve einer typischen Moräne sehr gestreckt aus, weil eine Aufbereitung fehlt, die Mischung noch nahezu vollkommen ist. Aber gerade dank dieser Kornverteilung eignet sich relativ tonreiches Moränenmaterial beispielsweise für den Bau dichter Dämme ganz vorzüglich.

Im Nationalstrassenbau der nächsten 20 Jahre warten gewaltige Moränenkubaturen darauf, am einen Ort abgebaut, am andern Ort neu geschüttet zu werden. Wenn Moränen auch kein ideales Schüttgut darstellen, so sind sie bei richtigem Einbauwassergehalt doch brauchbar und müssen schon aus Gründen des Massenausgleiches verwendet werden.

Abb. 2 Das Gehring-Haus im Rütihof in Zürich-Höngg, 1720 erbaut; Mauerwerk aus Findlingen, vorwiegend rotem Verrucano.

Wegen seines Anteils an Ton und Silt ist Moränenmaterial leider nicht frostsicher. Ein Strassenkörper sollte aber nicht Frostschäden erleiden, weshalb bekanntlich über frostgefährlichem Untergrund ein Koffer aus frostsicherem, gewaschenem Kies aufgebracht werden muss.

Die Strassen Mitteleuropas erleiden jährlich Frostschäden, die in die Hunderte von Millionen gehen. Der Ingenieur, der Strassenbauer, ging deshalb in den letzten zwei Jahrzehnten systematisch den Frostfragen nach, studierte die Frosteindringung, die Frosttiefe, den Wassernachschub von unten, die Bildung von Eislinsen im Boden und die darauf zurückzuführenden Frosthebungen. Auch wir Geologen zogen daraus wieder reichen Gewinn bei der Beurteilung rezenter und fossiler Frostböden, bei der Erkenntnis der Kryoturbation (siehe Abb. 3), der Frostsolifluktion, der Verwitterungs- und Abtragsvorgänge unter nivalen oder arktischen Klimabedingungen ganz allgemein.

Schotter

Dank des relativ langen Transportweges und dem Wasser als Transportmedium sind unsere fluvioglazialen Schotter bereits auf natürlichem Wege an druckfesten und transportresistenten Komponenten angereichert. Je länger der Transportweg war, um so besser sind diese Schotter aufgearbeitet, um so gleichkörniger ist ihre Korngrösse, um so stärker tritt das feinste Korn, die Tonfraktion, in der Regel zurück. Die natürlichen Schotter bilden eine gewaltige Reserve besten Baumaterials, um das uns die Bewohner der Tiefländer beneiden.

.3 Intensive Kryoturbation in einer ursprünglich flach liegenden Wechsellagerung von fluviatilen Lehm-, Silt- und Sandschichten (Hella, Island).

)ie Zahl der Kiesgruben und ihre Grösse nimmt aber ständig zu und dürfte den nächsten Jahren durch den Nationalstrassenbau noch weiter forciert rden. Damit entstehen zwei neue Probleme, indem nämlich sehr viele dieser ssen Kiesgruben einerseits unsere Grundwasservorkommen tangieren, derseits klaffende Wunden in die Landschaft schlagen.

Jnd doch sind Kiesgruben für den Geologen willkommene künstliche Aufllüsse im sonst meist aufschlussarmen Flachland und liefern ihm oft wichtige ue erdgeschichtliche oder genetische Erkenntnisse, die er nicht missen chte.

Quartäre Ablagerungen als Grundwasserträger

In unserem Land spielen die quartären Schotter eine ausserordentlich wiche Rolle als Grundwasserträger, indem sie in der Regel hygienisch einwandies, chemisch meist gutes Trinkwasser in mittleren bis grossen Quantitäten liefern imstande sind.

Auch bei der Grundwassererschliessung erleben wir immer wieder die enge rflechtung zwischen Bauwesen und Geologie. Wo soll gebohrt werden? e tief soll gebohrt werden? Wann soll eine Bohrung abgebrochen werden? soll die nächste angesetzt werden? Wie weit wirkt sich eine Fassung auf

ihre Umgebung aus? Wie beeinflusst ein Flusskraftwerk den diesen Fluss begleitenden Grundwasserstrom, und zwar mengenmässig wie chemisch und bakteriologisch? Das sind Fragen, die der Ingenieur oder die konzessionserteilende Behörde dem geologischen Experten stellt und die dieser nun mit systematischen Bohrungen, mit bakteriologischen und chemischen Analysen in engster Zusammenarbeit mit dem Chemiker und Biologen abzuklären versucht. Das Quartär war gekennzeichnet teils als Folge klimatischer Veränderungen, teils als Folge tektonischer Krustenverstellungen, durch einen rund viermaligen Wechsel von Aufschotterung und Erosion durch ein und denselben Fluss, so dass verschiedenaltrige Schotterstränge ineinandergeschachtelt sind und gelegentlich auch unter undurchlässigen Moränendecken grundwasserführende ältere Schotter vorhande[illegible]nen.

Eine Bohrkampagne auf [illegible]lwasser in quartären Ablagerungen wird durch unsere bisherig[illegible]gischen Erkenntnisse und, geben wir es ruhig zu, auch unsere private[illegible]ichtlichen Theorien, geleitet. Aber durch ihre Ergebnisse befruchtet sie [illegible]em Masse auch wieder umgekehrt das Verständnis in die geologischen [illegible]ife besonders des mittleren und jüngeren Quartärs.

Zwei Beispiele aus dem Aargau mö[illegible]belegen: Das Bünztal bei Dottikon (Abb. 4) und das Birrfeld (Abb. 5).

Die Bohrungen nördlich des Dorfes [illegible]ttikon erschlossen einen frühwürmen Schotter, der von Würmmorär[illegible]eckt wird und ein tieferes Grundwasserstockwerk mit gespanntem Spieg[illegible]rstellt. Über der Moräne folgt ein jüngerer Schotter, ein höheres Grundwasserstockwerk darstellend, dessen Wasserspiegel frei liegt. Stratigraphisch kann der unter der Moräne liegende Schotter als Vorstoss-, der über ihr liegende als Rückzugschotter der Würmvergletscherung aufgefasst werden (Abb. 4).

Bohrungen im Birrfeld südlich Brugg ergaben überraschenderweise eine gesamte Schottermächtigkeit von mehr als 90 m. Da die Felsunterlage nicht erreicht wurde, obschon das Bohrloch Nr. 5 20 m unter die Reußsohle reichte, die wenig weiter nördlich wieder auf Fels ruht, muss unter dem Birrfeld eine tiefe, weite Felswanne angenommen werden, die entweder in der Risseiszeit durch Glazialerosion oder aber, was fast wahrscheinlicher ist, durch tektonische Krustenverstellungen mittelpleistozänen Alters entstanden ist. Dank dieser Sondierkampagne wissen wir heute, dass nur die alleroberste Partie des ganzen Schotterkomplexes als Niederterrasse bezeichnet werden darf, abgelagert während der letzten Vorstossphase des Reussgletschers und im südöstlichen Birrfeld noch Würmmoränenwälle tragend. Darunter folgt ein älterer Schotter, wohl riss-würm-interglazialen Alters, der n[illegible]
schotterung während Jahrzehntausenden der Verwitterung bei
unterlag und dessen oberste 6 bis 12 m dabei entkalkt wurden.
bilden horizontal geschichtete, feinkörnige, tonig-siltige Seebode
unter denen wieder ein mindestens 50 m mächtiger, noch älte
einheitlicher Zusammensetzung folgt, der altersmässig etwa ins
zän passt, somit ein Riss-Schotter sein muss (siehe Abb. 5).

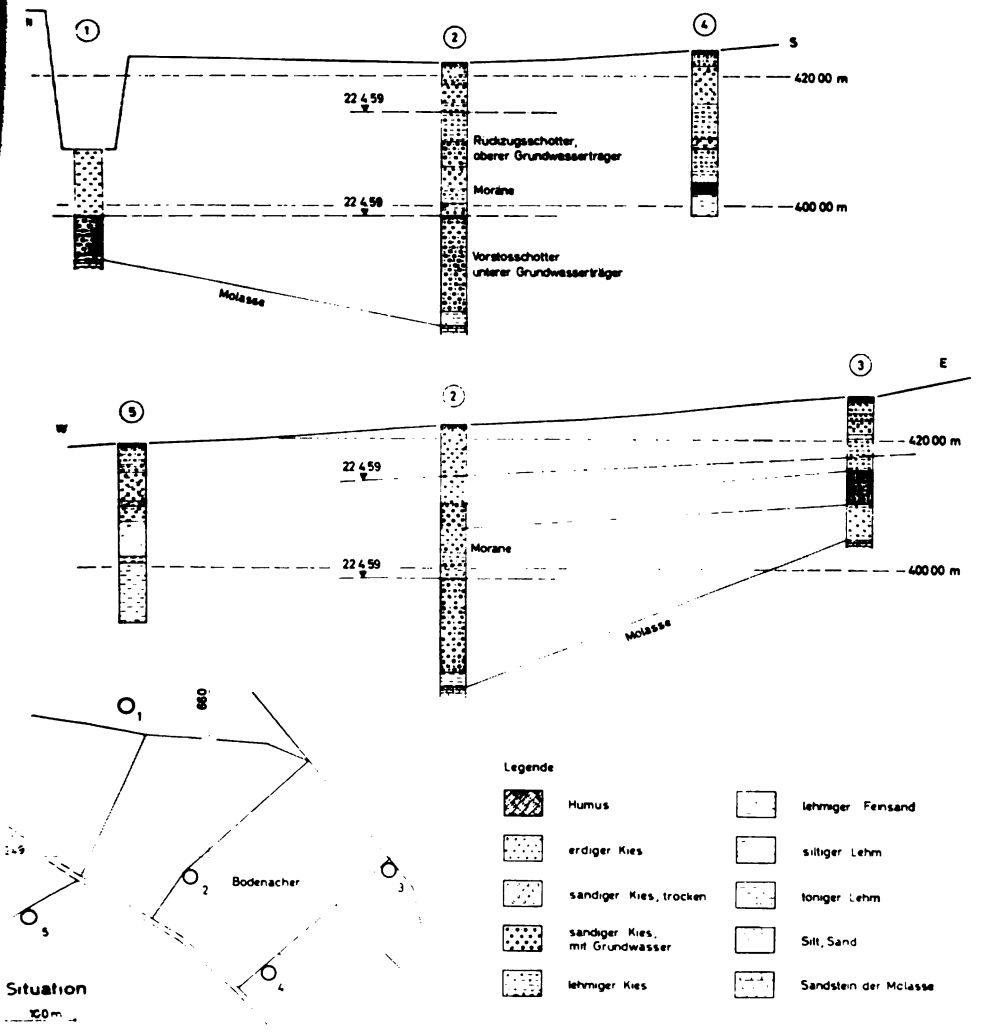


Abb. 4 Bohrprofile in den «Bodenäckern» NW Dottikon AG.

Da aber unsere Grundwasserträger gleichzeitig vorzügliche Baustofflieferanten darstellen – denn es sind ja sandige Kiese –, entstehen je länger um so mehr Überschneidungen zwischen Interessen, die das Grundwasser nutzen und darum schützen wollen und solchen, die den Kies abbauen wollen oder müssen. Häufig ist es ganz eindeutig so, dass das Grundwasser, das bei uns eine immer knapper werdende Mangelware darstellt, gegenüber der Kiesgewinnung des primären Schutzes bedarf und dass dann die Interessen am Abbau von Kies zurücktreten müssen. Aber es gibt gelegentlich

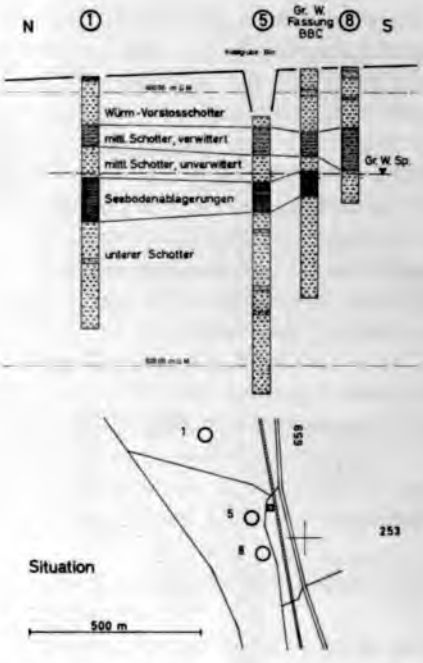


Abb. 5 Bohrprofile im südlichen Birrfeld AG.

Kiesgrube «Weid», Volketswil, mit Moränendecke der Würmvergletscherung (dunkel) Mittelterrassenschotter (hell). In der Moräne glazialtektonisch bedingte s-förmige Falte. Höhe der Kiesgrubenwand etwa 15 m.

b. 7 Kiesgrube «Gugel», Volketswil, mit glazialtektonischen Lagerungsstörungen.

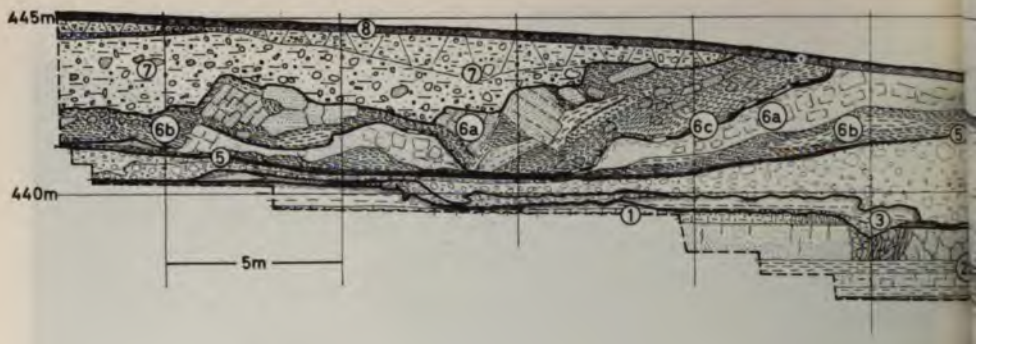


Abb. 8 Sondierschlitz im Sihltal bei der Manegg, westlich «Butzen», Zürich 2, mit glazialtektonischer Lagerungsstörung. Über ungestörter Molasse als Wechsellagerung von spröden, stark geklüfteten Sandsteinen und plastischeren Mergeln liegt eine kompakte Moränendecke. Diese trägt ihrerseits wieder eine Schuppe von Molasse und Moräne, die aber stark zerbrochen, verfaltet und aufgelockert ist und durch tangentialen Schub des gleitenden Gletschereises in diese anormale Lage geraten ist.

(Geologische Aufnahme durch Dr. L. Wyssling)

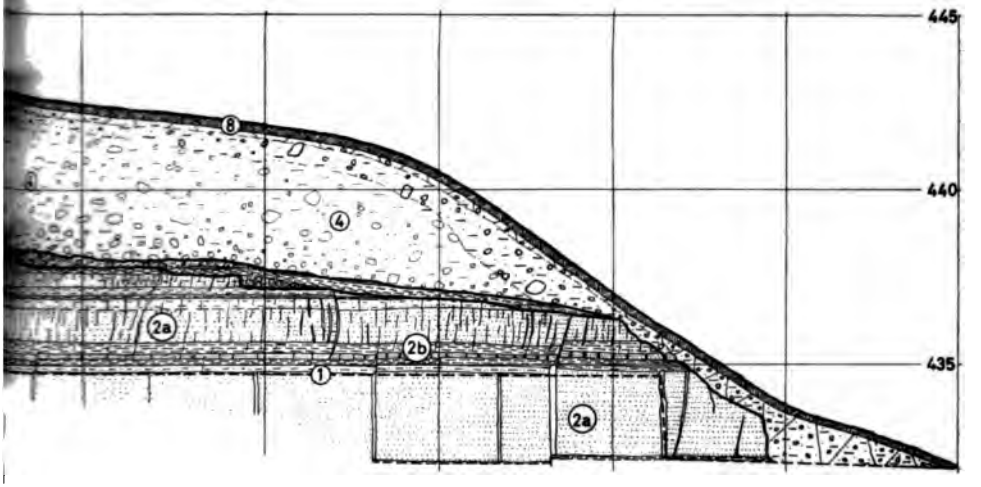
8 Humus
7 Moräne
6a Molassesandstein, zum Teil stark verwittert
6b Molassemergel, meist stark verwittert
6c Bituminöser Mergelhorizont mit Stücken von Süsswasserkalk

} dislozierter, stark aufgelockerter Komplex

Als moderne Verunreinigungsart tritt in den letzten Jahren jene durch Öl immer öfter in Erscheinung, und es ist darum eine Aufgabe des Geologen, schon zum voraus Zonen grösserer von solchen geringerer Gefährdung zu trennen und wirkungsvolle Schutzmassnahmen, die anderseits doch wirtschaftlich tragbar sein sollten, vorzuschlagen oder zu fordern.

Quartäre Ablagerungen als Baugrund

Die Ablagerungen des Quartärs werden oft als Lockergesteine allen älteren Bildungen gegenübergestellt, die bei uns dann gesamthaft als Festgesteine zusammengefasst werden. Wenn die Grenze zwischen diesen zwei Gruppen auch häufig unscharf ist, so wird mit dieser Klassifizierung nach dem Alter doch eine wichtige Eigenschaft der quartären Bildungen gekennzeichnet: das Fehlen der Verkittung, ihre rollige oder plastische Verformbarkeit, ihre Baggerfähigkeit. Die Ingenieure haben seit etwa 1930 eine neue Disziplin geschaf-



5 Hauptgleitfläche mit spiegelglattem Rutschharnisch

4 Grundmoräne
3 Basale Grundmoräne, reich an abgeschürftem Molassematerial
} sehr fest gelagerte Grundmoräne

2a Molassesandstein
2b Molassemergel
} anstehender Molassefels, tektonisch zerklüftet, nur oberflächlich leicht verwittert

1 Sohle des Sondierschlitzes

fen, die Bodenmechanik oder Erdbaumechanik, die experimentell die Eigenschaften der Lockergesteine prüft und unsere geologischen Kenntnisse dieser jungen Ablagerungen in ganz ausserordentlicher Weise ergänzt.

Glazialtektonik

In diesem Zusammenhang muss auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht werden, die spezifisch nur in glazialen Ablagerungen vorkommt und die wir als Glazialtektonik bezeichnen. Aus dem nordeuropäischen Vereisungsgebiet waren seit langem solche Erscheinungen bekannt, die nur mit der Wirkung des sich bewegenden Eises auf seine Unterlage verstanden werden können. Es handelt sich um die Störung der ursprünglichen natürlichen Lagerung durch das gleitende Gletschereis. In bescheidenerem Masse kennen wir sie auch bei uns. Allerdings sind es selten natürliche Aufschlüsse, sondern viel häufiger künstliche, beispielsweise Kiesgruben oder vorübergehend geöffnete Baugruben, wo man solche glazialtektonisch bedingte Schichtstörungen studieren kann (Abb. 6, 7 und 8).

den beratenden Geologen spielen glazialtektonische Störungen insofern unliebsame Rolle, als sie die Interpretation von Sondierbohrungen be- nd erschweren und die einwandfreie Extrapolation einzelner Aufschlüsse e weitere Umgebung fast verunmöglichen. Glaziale Ablagerungen, be- rs Moränen im Kontakt mit Schottern, Sanden oder Lehmen, sind ohne- eniger gesetzmässig gelagert als marine Sedimente, wie wir sie etwa aus Jura kennen. Kommen dann solche glazialtektonische Störungen noch so wird ihre Unberechenbarkeit noch grösser. Bautechnisch werden des- solche Störungen stets als Erschwernis empfunden, obschon dabei die ungsdichte und damit die Tragfähigkeit kaum stark geändert werden.

Tragfähigkeit

nn wir quartäre Bildungen als Baugrund taxieren müssen, dann inter- en uns besonders die obersten Schichten, das heisst jene Partien von en Metern Mächtigkeit, welche die Fundamentlasten von Gebäuden, en, Mauern, Masten usw. aufzunehmen haben und bei dieser Gelegenheit öglichst wenig deformieren sollten.

Beziehung auf die Tragfähigkeit des Bodens kann nun der Geologe dem eur wertvolle Fingerzeige geben, indem er die geologische Ge- chte dieses Bodens abklärt. Hat der betreffende Boden beispielsweise liche Gletscher bereits getragen, dann ist er durch eine solche Vorbe-

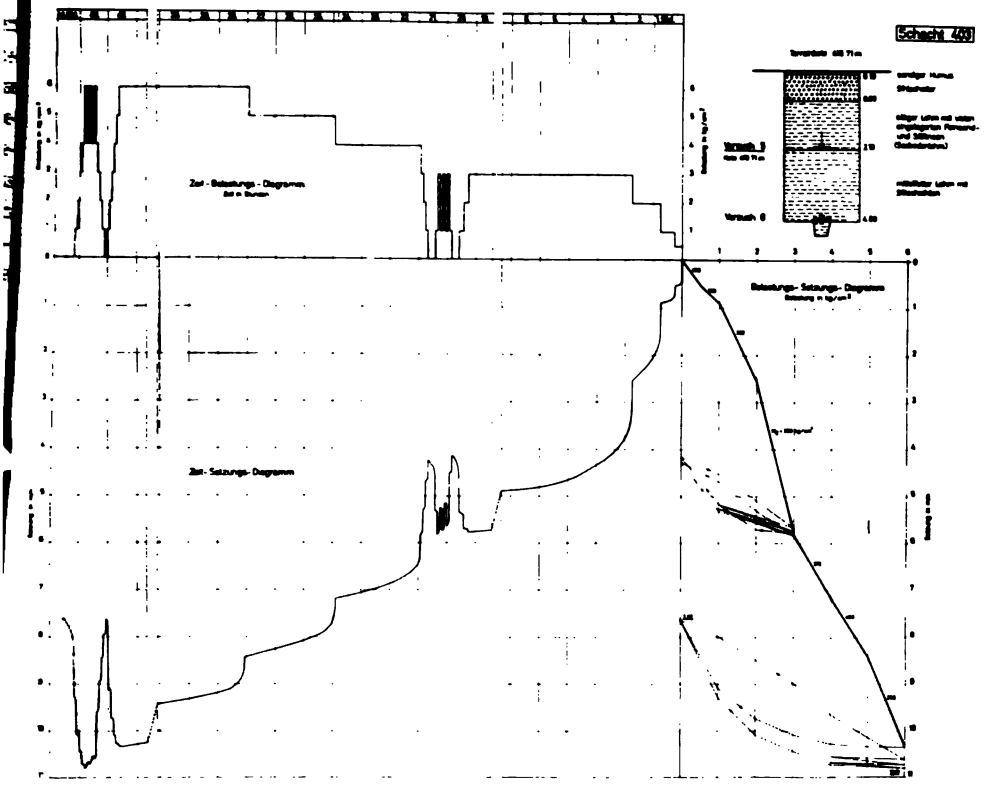


Abb. 9 Belastungsversuch mit Lastplatte von 2000 cm² auf postglazialem Seebodenlehm, im Sihlbett in der Brunau, Zürich, Tiefe 2,0 m u. T. Die Setzungen sind gross und klingen nur langsam ab; die M_E-Werte liegen bei 226—400 kg/cm². Ein analoger Versuch in 4,0 m Tiefe lieferte ganz ähnliche Werte.

steht sich von selbst, dass die alleroberste Partie unserer Moränen, nach dem Rückzug der Gletscher wieder entlastet, in der Lage waren, erneut Wasser aufzunehmen, zu quellen, in den obersten Partien sich durch Oxydation und Entkalkung zu verändern, zu verwittern und als Folge aller dieser Prozesse sich aufzulockern und dabei an ursprünglicher Tragfähigkeit einzubüssen. Wie tief diese sekundäre Auflockerungszone in den letzten 15 000 Jahren eindringen konnte, ist abhängig von der Wasserzirkulation, auch von der Böschungsneigung und nicht zuletzt von der ursprünglichen Durchlässigkeit des Bodens und schwankt bei uns in der Regel in der Grössenordnung einiger Meter.

Eine zweckmässige Methode zur experimentellen Abklärung der Zusammendrückbarkeit des «gewachsenen» Bodens stellt der Belastungsversuch mittels Platten dar. Auf Abb. 9 bis 11 sind die Diagramme einiger solcher Beispiele dargestellt.

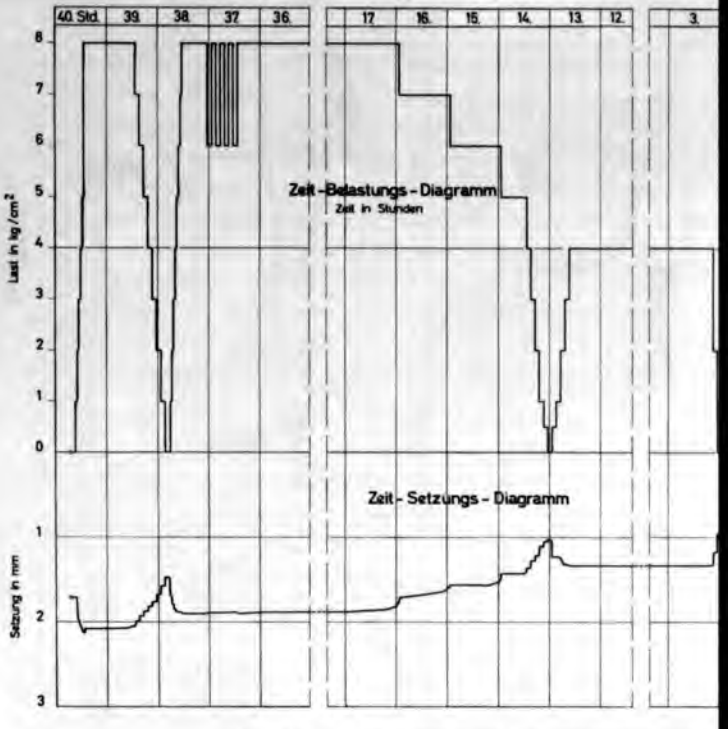


Abb. 11 Belastungsversuch in magerem, sandi
bett nahe der Utobrücke, Zürich. Tiefe 2,0 m
M_E-Werte von 1800—3700 kg/cm² dokumentier
durch Gletschereis. Ein weiterer Versuch am
liche W

Küstentone mariner Fazies heute auf dem Festland, über dem Meeresspiegel, und werden durch fluviatile Erosion aufgeschlossen, wogegen sie in unserem Land höchst selten natürlich aufgeschlossen sind und meistens nur durch Sondierbohrungen abgetastet werden. Die moderne Technik der Entnahme ungestörter Bodenproben hat aber gerade in solchen störungsanfälligen Schichten die Kenntnis ihrer Genese und ihrer geologischen Geschichte bedeutend verbessert und befruchtet.

Seebodenlehme mit ihrer feinen Wechsellagerung von tonigeren und siltigsandigeren Schichtchen (Abb. 12) sind ein prachtvolles Beispiel der Anisotropie eines geologischen Körpers im kleinen. Die Durchlässigkeit beispielsweise ist in vertikaler Richtung gleich jener des fettesten Tonschichtchens, also sehr klein, in horizontaler Richtung gleich jener des tonfreiesten, gröbsten, durchlässigsten Sandschichtchens, also relativ gross; der Unterschied im k-Wert kann leicht mehrere Zehnerpotenzen betragen!

Terrainbewegungen

Wo ein Relief vorhanden ist, da fehlen auch Abtragsvorgänge nie ganz, zu denen einerseits die fluviatile Erosion längs Linien, anderseits die flächenhafte Denudation als Folge von raschen oder langsamen Rutschungen oder Kriechbewegungen in der Schuttdecke unter dem Einfluss der Schwerkraft gehören. Solche Rutschmassen pflegen ausser in Lockergesteinen auch in den Mergeln der Molasse oder des Juras und ebensosehr auch in den schiefrigen Gesteinen der Alpen, im Flysch oder in den Bündnerschiefern grosse Areale zu bedecken.

Werden in solchen Rutschgebieten Kunstbauten erstellt, dann ist es nötig, abzuklären, wo einstige Rutschbewegungen bereits zum Stillstand gekommen sind, wo sie heute noch andauern, und welches die Bewegungsrichtung und ihre Geschwindigkeit ist. Auf diese Weise erhält der Geologe durch den Vermessungsingenieur eine bedeutend genauere Kenntnis solcher Rutschvorgänge, besondes dann, wenn die Rutschbewegungen in kurzen Intervallen kontrolliert wurden, so dass sich dabei jahreszeitliche oder noch kürzere, zum Beispiel wetterbedingte Beschleunigungen und Verzögerungen erfassen lassen.

Ein spezieller alpiner Typ von Bewegungsmassen sind die sogenannten Blockströme, geologische Körper mit Oberflächenformen ähnlich Gletschern, die aber aus Blockschutt bestehen und langsam talwärts kriechen, mit Geschwindigkeiten in der Grössenordnung von Dezimetern bis Metern pro Jahr. Werden sie fälschlicherweise als Moränen aufgefasst, dann verleiten sie uns Geologen zu einer vollkommen falschen Moränenchronologie, da sie heute noch in Bewegung sind und deshalb bezüglich ihrer Höhenlage nicht mit fossilen Moränenablagerungen verwechselt werden dürfen. Bautechnisch stellen sie natürlich einen sehr problematischen Baugrund dar, denn durch ihre stets ungleichförmigen Bewegungen werden auf ihnen gegründete Bauwerke im höchsten Masse gefährdet.

Abb. 12 Ungestörte Bodenprobe aus Seebodenlehm mit Jahresschichtung, aus 2,8 m u. T., mit künstlich verursachter Scherfläche nach ausgeführtem einaxialem Druckversuch. Spätglaziales Zungenbecken von Wettswil–Bonstetten.

Auch das ist ein Beispiel, wie exakte Vermessungskontrollen des Ingenieurs neue geologische Einblicke in ein kleines Detail der Abtragsprozesse unserer Hochgebirge vermitteln, die für deren quantitative, zahlenmässige Erfassung von grosser Bedeutung sind.

Stollenbauten in Quartärablagerungen

Stollen- und Tunnelbauten in Lockergesteinen stellen an Ingenieur und Unternehmer höchste Anforderungen. Sehr häufig liegen solche Bauten unter dem natürlichen Grundwasserspiegel, so dass ohne eine zusätzliche Wasserhaltung der Vortrieb nicht möglich ist, dazu kommt der Bergdruck, oft rolliges

Gebirge, so dass wenn irgendwie möglich mit Stollen den Lockergesteinen ausgewichen wird. Aber der Geologe ist gelegentlich recht glücklich über solche Stollenaufschlüsse, denn bei dieser Gelegenheit werden tiefe Partien, die sonst unzugänglich wären, erschlossen, wodurch wichtige Altersbeziehungen abgeklärt werden können.

Es gibt auch hier gewisse Grenzfälle, wo der Geologe in Verlegenheit kommt bei der Entscheidung, ob es sich um ein Lockergestein oder ein Festgestein handelt. Das ist dort etwa der Fall, wo der Fels sehr tiefgründig aufgelockert und durch Hakenwurfbewegungen in seiner ursprünglichen Lagerung gekippt oder sonstwie gestört ist. In den Alpen kennen wir Hakenwurfbewegungen, die mehrere hundert Meter tief sind und wo zwischen einwandfreiem, unverwittertem und unaufgelockertem anstehendem Fels und tiefgründig verwittertem, durch Hakenwurf aufgelockertem und verstelltem Fels überhaupt keine scharfe Grenze besteht. Stollenbauten in solchem Material verursachen meistens recht grosse Schwierigkeiten, die in Anbetracht der Anisotropie im grossen stark von der Richtung der Stollenachse zu den geologischen Absonderungsflächen abhängig sind.

Naturschutz

Schliesslich sei noch auf einige wenige Probleme des Naturschutzes hinzuweisen, indem es ja in der Regel die Bautechnik ist, welche die schwersten Eingriffe in unsere natürliche Landschaft verursacht.

Es gibt geologische F o r m e n, die dank ihrer geologischen Vollkommenheit oder dank ihrer Schönheit schützenswert sind. Ich denke dabei an typische Moränenwälle, wie wir sie etwa auf der Zimmerbergkette zwischen Zürichsee und Sihltal finden, oder als Stirnmoränen bei Würenlos oder zwischen Dielsdorf und Steinmaur, um nur einige wenige Beispiele zu nennen. Es gehören dazu auch Drumlins, also subglaziale Strömungsformen, wie wir sie etwa südlich Uster oder in der Umgebung von Andelfingen in reicher Zahl antreffen. Aber auch tischebene Schotterterrassen mit messerscharfem Erosionsrand können erhaltungswürdig sein, ebenso auch natürliche, noch unverbaute Erosionsufer von Bächen.

Im weiteren Sinne gehören dazu sicher auch die grossen F i n d l i n g e, die zu schützen ja schon vor rund hundert Jahren begonnen wurde und für deren Schutz die Naturforschende Gesellschaft in Zürich wesentlich beigetragen hat. Dazu gehören auch Q u e l l e n und Grundwasseraufstösse, von denen als vorbildliches Beispiel das «Goldene Tor» nördlich Kloten bereits unter Schutz gestellt ist.

Daneben gibt es aber auch schützenswerte k ü n s t l i c h e A u f s c h l ü s s e, so sinnwidrig das klingen mag, wie etwa die Gipsgruben von Oberehrendingen mit wundervollen Faltenstrukturen im Gipskeuper der Lägernantiklinale, oder die grossen Kiesgruben in Gossau ZH mit 1,5 m interglazialer Schieferkohle

einem Schotter mit vollendeter Deltastruktur und bedeckt von Würm-
tter und Würmmoräne, oder die verschiedenen Kiesgruben mit Anzeichen
siver Glazialtektonik.

ese kurze Aufzählung demonstriert die paradoxe Situation, in welcher der
oge sich befindet, dass nämlich etwas künstlich Geschaffenes geologisch
teressant und wissenschaftlich wertvoll sein kann, dass es von seinem
dpunkte aus als Studienobjekt und Exkursionsziel erhaltenswert wäre und
darum unter Schutz zu stellen wünschte.

urch die Überbauung und die Schaffung des Nationalstrassennetzes werden
Menge Kunstbauten erstellt werden, die ohne Zweifel den Charme und die
nheiten natürlicher geologischer Formen stark beeinträchtigen. Dazu
mt der Bedarf an riesigen Kiesmengen, so dass die Kiesgruben, sicher keine
de der Landschaft, in ihrer Grösse und ihrer Zahl noch weiter anwachsen
len.

ides, Kunstbauten und Abbaustellen, verunzieren, verletzen unsere natür-
Landschaft. Da ist es gelegentlich nicht nur Aufgabe, sondern Pflicht des
ogen, den Ingenieur und den Unternehmer auf Möglichkeiten hinzuweisen,
veniger landschaftsverletzend wären, die leichter vernarben oder leichter
deckt werden können und die unter Umständen aus naturschützerischen
nden der rein wirtschaftlich rationellsten Lösung vorgezogen werden
en.

FELLENBERG v., EDM., KISSLING, E., SCHARDT, H. (1900): Lötschberg- und Wildstrubel-Tunnel. Geol. Expertise. Buchdruckerei K. J. Wyss, Bern.

HAEFELI, R. (1944): Zur Erd- und Kriechdrucktheorie. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 124, Nr. 20/21.

HEIM, A. (1908): Beweist der Einbruch im Lötschbergtunnel glaziale Übertiefung des Gasterentales? Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich, Jg. 53, 1908.

JÄCKLI, H. (1952): Geologische Probleme des Strassenbaues im Kanton Thurgau. Strasse und Verkehr, Nr. 5, Bd. 38, 1952.

— (1957): Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebietes. Ein Beitrag zur exogenen Dynamik alpiner Gebirgslandschaften. Beitr. Geol. d. Schweiz, geotechn. Serie, Lieferung 36.

— (1958): Die geologischen Verhältnisse bei Andelfingen. Gedenkschrift Weinlandbrücke, herausgeg. v. d. Baudirektion d. Kts. Zürich.

— (1959): Die Grundwasserverhältnisse im Gebiet des Birrfeldes. Schweizer Baublatt, 70. Jg., Nr. 39.

KRANZ, W. (1929): Ursachen und Folgen der Katastrophe am 24. 7. 1908 beim Lötschberg-Tunnelbau. Geologie und Bauwesen, Bd. 1, Heft 1, Wien.

LUGEON, M. (1905): Géologie de la Région comprise entre le Sanetsch et le Kander. Ecl. geol. Helv., Vol. VIII, No. 4.

ROLLIER, L. (1906): Geologische Verhältnisse am Nord- und Südende des Lötschbergtunnels. Gutachten vom 15. Nov. 1906 (Manuskript).

— (1909): Sur le tunnel du Lœtschberg, côté de Kandersteg. Mémoires de la Société d'Emulation du Jura. Lons-le-Saunier.

SALOMON, W. (1909): Der Einbruch des Lötschbergtunnels. Verhandlungen d. Naturhistorisch-Medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. X. Band, Heft 1.

SCHARDT, H. (1909): Géologie et tectonique du groupe du Wildhorn. Geographisches Lexikon der Schweiz. Attinger Frères, Neuchâtel.

SCHMIDT, C. (1911): Le Tunnel du Lœtschberg. Compte rendu sommaire de la Soc. géol. de France. An. 1911, No. 5.

STOCKALPER, E. (1903): Wildstrubel et Lœtschberg. Etude de la traversée des alpes Bernoises. Bulletin technique de la Suisse romande, 25. 6. et 10. 7. 1903.

VON MOOS, A., und BJERRUM, L. (1948): Erdbaumechanik und Geologie. Schw. Min. Petr. Mitt., Bd. 28, Heft 2.

VON MOOS, A., und RUTSCH, R. (1944): Über einen durch Gefügestörung verursachten Ufereinbruch (Gerzensee, Kt. Bern). Ecl. geol. Helv., Vol. 37.

Über eine blasenbildende Krankheit von kultivierten grünen Fadenalgen (*Cladophora* und *Rhizoclonium*)

(Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand: Dr. M. Staub)

Von

E. A. THOMAS

1. Einleitung

Die Überdüngung unserer Seen durch eine zunehmende Abwasserlast ist von Fachleuten schon vor Jahrzehnten erkannt worden an einer Überhandnahme der pflanzlichen Schwebeorganismen. Soweit solche Algen vor der Überdüngung im See lebten, waren sie nur in geringen Mengen vorhanden; zahlreiche Algenarten sind zudem neu in die durch den Menschen überdüngten Seen eingewandert, ein weiteres Zeichen dafür, dass sich die Lebensbedingungen im Gewässer grundlegend verändert haben.

Nachdem man sich beim Zürichsee an die Verfärbungen und Trübungen des einst kristallklaren Seewassers bereits etwas gewöhnt hatte, machte sich der See erneut durch unangenehme Überraschungen bemerkbar in Form von reichlich wuchernden Uferalgen. Wie vor kurzem erwähnt (Thomas, 1960b, S. 298), handelt es sich bei diesen Algen im Zeitraum vom Mai bis Juli hauptsächlich um *Cladophora* und, in geringerem Masse, um *Rhizoclonium*.

Da die Zürichseeufer in den ungünstigsten Zeiten vom Ufer weg an seichten Stellen über Dutzende von Metern mit dichten, hellgrünen bis gelbbraunen Schleiern von *Cladophora* durchsetzt sind, die bei Sonnenschein teilweise aufrahmen und Decken bilden, hat diese Alge an den Seeufern heute eine beängstigende Bedeutung gewonnen. Aber auch in unseren Flüssen und Bächen finden wir *Cladophora glomerata* Kütz. überall dort massenhaft, wo viele Abwässer, das heisst viele Nährstoffe ins Gewässer gelangen. Wenn also Liebmann (1951, S. 441) *Cladophora glomerata* als «oligosaprobe Grünalge» bezeichnet, so ist diese Klassifizierung ohne Zweifel zu korrigieren; die gleiche Bemerkung gilt übrigens auch für *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agardh) Kütz. (Liebmann 1951, S. 440). Auf Grund von experimentellen biologischen und chemischen Untersuchungen ist *Cladophora glomerata* seinerzeit in die α-mesosaprobe Stufe e ›iht worden (Thomas, 1944).

Obschon im Kanton Zürich bereits über vierzig gemeindeeigene Kläranlagen in Betrieb sind, zeigte sich, dass die Veralgung der Gewässer vorläufig nicht im Rückgang begriffen ist, indem gerade die Wucherungen von *Cladophora glomerata* und anderer grüner Fadenalgen an Seeufern und in Flüssen und Bächen weiter im Zunehmen begriffen sind. Während die Veralgung fliessender Gewässer sich hauptsächlich als Belästigung von Badenden, Fischern, Uferanwohnern, Bootsfahrern und Spaziergängern auswirkt, kommt am See eine weitere, tiefgreifende Schädigung dazu. Die Algen setzen sich unter anderem am seewärts gelegenen Schilfsaum fest, und die vom Wellengang abgerissenen weiteren Algenmassen werden vom Wind ebenfalls gegen den Schilfgürtel getrieben. Unweigerlich drücken die Algenmassen eine ein bis mehrere Meter tiefe Schilfzone ins Wasser; in der Folge bilden diese Schilfhalme an einem längeren Teil des Halmes Adventivsprosse und Wurzeln. Dabei wird vermutlich das im Boden befindliche Rhizom geschwächt, denn im nächsten Frühjahr sind die Ausschläge an solchen Stellen spärlicher und die Einzelhalme schwächlich, so dass dann die neue Veralgung den Rückgang des Schilfes verstärkt (Abb. 1). Im Zürichsee ist auf diese Weise der Schilfbestand in den letzten zehn

Abb. 1 Zürichseeufer bei Stäfa. Am seeseitigen Saum des Schilfgürtels sind die einzelnen Halme von grünen Fadenalgen umwuchert. Im Wasser weitere Algenmassen (auf dem Bild im Vordergrund), die bei Sturm gegen den Schilfgürtel geschlagen werden und so dessen Bestandesfläche Jahr für Jahr verkleinern (Photo Kantonale Baudirektion, Zürich).

Jahren um schätzungsweise mehr als die Hälfte seiner Flächenausdehnung zurückgegangen (cf. THOMAS, 1960a). Die Bedeutung dieser Algen für die Gewässer liess in mir den Entschluss reifen, der Erforschung der bevorzugten Lebensansprüche der grünen Fadenalgen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Den Organen des Schweizerischen Nationalfonds für wissenschaftliche Forschung sowie der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich verdanke ich die Förderung dieser in Gang befindlichen Studien.

2. Bemerkungen zum Studium der Lebensansprüche von *Cladophora* in Rohkulturen

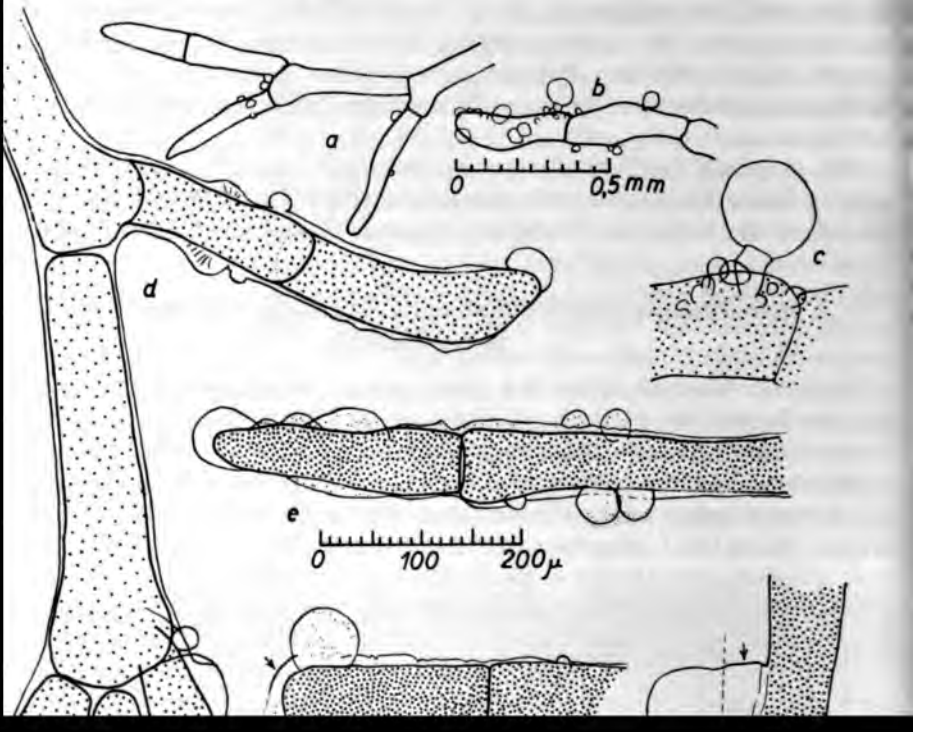
Während der Jahre 1959 und 1960 legte ich verschiedene Versuche an, um das Wachstum von *Cladophora glomerata* in Standzylindern von 50 und 40 cm Höhe (3,3 und 2,4 Liter Nutzinhalt) in Rohkulturen unter verschiedenen Nährstoffbedingungen zu prüfen. Als Impfmaterial für diese Versuche verwendete ich knapp faustgrosse Steine aus dem Zürichsee, die mit wenige Zentimeter langen Rasen von *Cladophora* überzogen waren. Es war meist leicht, Impfsteine von untereinander ähnlicher Beschaffenheit zu finden.

Während *Cladophora* zwar im See ein sehr üppiges Wachstum zeigt, bereitete es bei den Standzylinderversuchen erhebliche Schwierigkeiten, die Alge zu einem guten Wachstum zu veranlassen. Vor allem war es für mich unbefriedigend zu sehen, dass gerade in denjenigen Nährlösungen, in denen *Cladophora* am besten gedieh, eine Anzahl anderer Algen, die in der Biozönose der Impfsteine nur eine ganz untergeordnete Rolle gespielt hatten, eine erheblich grössere Vermehrungsrate aufwies als *Cladophora*. Dies führte dazu, dass *Cladophora* in den Standzylindern nicht selten durch einzellige Grünalgen und fädige Blaualgen überwuchert wurde, so dass ihr Wachstum gehemmt schien.

Obschon an sich Untersuchungen über die Milieuansprüche von *Cladophora* mit Rohkulturen einen rascheren Erfolg versprochen hatten, sah ich mich aus den genannten Gründen veranlasst, zu versuchen, *Cladophora glomerata* in Reinkultur zu züchten. Als erstes Ziel schwebte mir immer noch vor, abzuklären, unter welchen Bedingungen *Cladophora* ein gutes Wachstum zeigt, und welche Faktoren ihr Wachstum unter verschiedenen Umständen begünstigen. Sodann war unter anderem zu prüfen, welche morphologischen Variationsbreiten bei dieser Alge unter verschiedenen Lebensbedingungen zu erwarten sind. Das Auftreten einer heftigen Algenkrankheit bei *Cladophora glomerata* und bei *Rhizoclonium hieroglyphicum* stellt nun dem Erreichen der gesteckten Ziele Schwierigkeiten in den Weg. Diese Algenkrankheit trat übrigens auch in den Rohkulturen (Standzylinderversuche) auf.

3. Gewinnung von Reinkulturen

Nachdem es schon Schwierigkeiten bereitete, *Cladophora* und *Rhizoclonium* in Rohkulturen durch Zugabe von speziellen Nährstoffen zu einem vermehrten


a
b
0
0,5 mm
c
d
e
0
100
200 µ

2. das selektive Verdrängen von Pilzen und Bakterien und von epiphytischen Algen durch Chemikalien, die für *Cladophora* und *Rhizoclonium* unschädlich sind;
3. das sorgfältige und gezielte Abimpfen von auf Agarnährböden frei auswachsenden Fadenstücken der beiden Gattungen.

Die erste Methode wäre zweifellos die eleganteste gewesen, doch war sie nur dann durchzuführen, wenn Zoosporen wirklich in genügender Menge zur Verfügung standen. Ausserdem war unbekannt, wie leicht und in welchem Nährmilieu die Sporen zu Fäden auswachsen würden. Für die zweite Methode war in Betracht zu ziehen, dass im Nährmilieu und im Selektivstoff zwei sehr weit variable Unbekannte vorlagen; nur eine sehr grosse Zahl von Versuchen bot somit Aussicht auf Erfolg, solange ein günstiges Nährmilieu nicht bekannt war. Aus Zeitmangel entschloss ich mich deshalb vorerst, mit der dritten Methode das Glück zu versuchen.

Anfänglich arbeitete ich natürlich nur mit Nährböden, die ausser Agar als Zusätze ausschliesslich Mineralsalze enthielten; unter den geprüften Nährstoffzusätzen erwies sich folgende Zusammensetzung als geeignet:

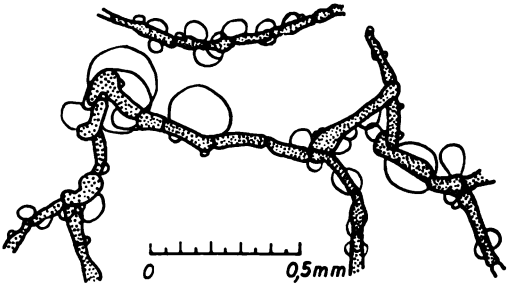
Dinatriumphosphat ($Na_2HPO_4 \cdot 2\,H_2O$)	0,20	g/Liter
Kaliumnitrat	0,20	g/Liter
Magnesiumsulfat	0,05	g/Liter
Ferrizitrat (separat heiss lösen)	0,04	g/Liter
Wasserglas	4	Tropfen pro Liter
Agar, im allgemeinen	10—15	g/Liter

Gutes Wachstum ergaben oft auch Mischungen von 1 bis 2 Teilen Reinwasser mit 1 Teil gereinigtem kommunalem Abwasser ohne Salzzusatz. Ferner ist zu beachten, dass Agar, den man für die Herstellung von festen Nährböden verwendet, beträchtliche Mengen von Nähr- und anderen Salzen und von organischen Stoffen enthält, die nach Fertigstellung des Nährbodens den Organismen grossenteils zur Verfügung stehen. Wir liessen 15 g trockenen Agar in einem Liter destilliertem Wasser unter gelegentlichem Umschwenken einige Stunden bei Zimmertemperatur stehen und untersuchten nach Absitzenlassen das überliegende Wasser, wobei sich je nach der Herkunft des Agars folgendes Bild ergab (Mittel aus zwei bis drei Proben):

Herkunft des Agars	Difco-Agar	Offene Handelsware
p_H-Wert	7,7	7,6
$KMnO_4$-Verbrauch mg/l	1148	1143
Nitrat mg/l NO_3^-	1,6	1,8
Nitrit mg/l NO_2^-	0,035	0,04
Ammoniak mg/l NH_3	1,9	1,6
Phosphat mg/l PO_4	0,06	0,46
Phosphat aus Asche mg/l PO_4^{---}	—	0,87
Chlorid mg/l	40,4	4,8
Trockenrückstand mg/l	—	804
Glührückstand mg/l	—	140
davon mineralisch %	—	14

Ein Agarnährboden stellt den Algen somit schon ohne weitere Zusätze a
ehnlich viel Nährstoffe zur Verfügung. Als Wasserzusatz diente, wo nich
nderes erwähnt ist, Zürichseewasser, was auch für die Nährlösungen gilt.

Zur Gewinnung von Reinkulturen legte ich frische Zweigspitzen der Alg
on 1 bis 5 cm Länge auf steriles Agarsubstrat in Petrischalen und brachte d
chalen, Agar gegen oben, an ein Nordostfenster. Oft überwucherten Pilze u
akterien oder auch Kieselalgen und andere Algen die Fadenalgen nach kurz
eit; solche Platten wurden bald entfernt. In einzelnen Fällen vermochten j
och die Fadenalgen an der Agaroberfläche nach einiger Zeit radial ausz
achsen und dabei alle fremden Organismen hinter sich zu lassen. Solc
Vachstumsstellen überwachte ich durch tägliche, direkte mikroskopische B
bachtung, um im geeigneten Moment die äusserste, rein scheinende Zwei
pitze von wenigen Millimetern Länge mittels steriler Schere durchzuschneid
nd mit steriler Pinzette auf eine frische, sterile Platte zu übertragen. In ande
ällen wuchsen die Fäden in die Agarschicht hinein und streiften dabei d
remdorganismen von sich ab. Wenn solche junge Fäden sich zwischen Gl
latte und Agarschicht ausbreiteten, konnten sie unter schwacher Mikrosko
ergrösserung besonders gut beobachtet werden. In derartigen Platten fand i
enn auch die günstigsten Stellen für eine Isolierung der Fadenalgen. Ich lö
u diesem Zwecke die Agarschicht von der Glasschale, so dass der Faden freil
urch Abschneiden der Zweigspitze, wie vorher erwähnt, gelang dann öf
ie Isolierung eines Fadens. Dass solche Fadenenden in manchen Fällen si
s infiziert erwiesen und beseitigt werden mussten, sei nur nebenbei erwäh



bb. 3 *Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. A. Agardh) Kützing, reinkultiviert in Nährlösung, mit reichlicher Bildung von Blasen.

h noch nicht genau umgrenzen. In Nährmedien mit organischen Stoffen heinen sie sich üppiger zu entwickeln als in rein mineralischen Lösungen.

Wie ein Blick auf Abb. 2, a und b, oder auf Abb. 5 und 6 zeigt, haben diese lasenbildungen sehr viel Ähnlichkeit mit den Bildungen von Chytridiaceen ler Oomyceten oder anderen Pilzen (cf. CANTER, 1947, S. 95, und SPARROW, 933). Indessen zeigten die Blasen weder Sporenbildungen noch spezielle Öffungen, und innerhalb der Algenfäden konnte ich auch bei starker Vergrösseung keine Mycelteile beobachten. Trotzdem sandte ich lebendes und konseriertes Material an Herrn Dr. J. W. G. LUND, Algologe im Windermere Laboratory, Freshwater Biological Association, Ambleside (England), und seine Frau Dr. HILDA M. LUND-CANTER, beides ausgezeichnete Kenner der genannten Pilzgruppen. In einer brieflichen Mitteilung, die ich herzlich verdanke, gab mir Herr Dr. LUND freundlicherweise bekannt, dass es sich nach seiner Auffassung sicher nicht um einen Pilzbefall handle und dass der Erreger ein Bakterium zu sein scheine, wahrscheinlich *Myxobacterium*. Es darf hier beigefügt werden, dass im Windermere Laboratory kürzlich Forschungsbesprechungen über Algenparasiten stattfanden, die alle auf bakteriologische Probleme hinausliefen. Offensichtlich ist über die gegenseitigen Beziehungen zwischen Bakterien und Algen noch viel zu wenig bekannt.

Nach morphologischen Beobachtungen können Blasenbildungen an Fäden von *Cladophora* und *Rhizoclonium* an beliebigen Stellen entstehen. Von einer kaum sichtbaren Warze aus kann eine Blase zu einem Durchmesser von mehr als Zellbreite, unter gewissen Ernährungsbedingungen von mehreren Zehntelmillimeter, auswachsen (Abb. 2 und 3). Schwach bis mittelmässig von Blasen besetzte Fäden scheinen anfänglich wenig gehemmt (Abb. 2a); bei stark beblasenen Fäden wird das Wachstum eingestellt (Abb. 2b). Selten beobachtete ich, dass auf einer Blase eine zweite ausgestülpt wird, oder dass eine gestielte Blase auftritt (Abb. 2b und 2c). Neben Blasenbildungen kann sich aber auch die ganze äusserste Membran stellenweise lösen (Abb. 2d und 2e) oder es können terminale Ablösungen entstehen, die ein blasenähnliches Aussehen haben (Abb. 2e und 2f). Gelegentlich tritt bei einer gerissenen Membran ein schleimiger Inhalt aus (Abb. 2f). Die Blasenhülle scheint aus Material der Zell-

wand zu bestehen. Bei Blasen mit breiter Basis beobachtete ich vereinzelt, dass durch das Auswachsen der Blase mindestens ein Teil der übrigen Membran nach aussen gekrümmt wurde (Abb. 2e). Extremste Blasenbildungen traten in alten Kulturen mit viel Abwasserzusatz auf (Abb. 3). – Hier sei beigefügt, dass ich auf Membranen kultivierter *Cladophora* Längsstreifungen beobachtete, gelegentlich auch Querstreifungen.

Bei starkem Befall bildete *Cladophora* nicht selten Aplanosporen (cf. PASCHER, 1921, S. 27), die nach einer eventuellen Ruheperiode zu einem Faden auswachsen. Dank der Aplanosporenbildung konnte die Alge bei stark befallenen Fäden den Inhalt einzelner Zellen lebend erhalten. Es sei hier erwähnt, dass *Cladophora* in Reinkultur mehrmals Zoosporen bildete, die nach kurzer Zeit zu Fäden auswuchsen, nachdem sie sich mit Rhizoid an der Glaswand festgeheftet hatten. Rhizoide bilden sowohl *C* …*hora* als auch *Rhizoclonium* im flüssigen Nährmilieu oder auf Agar nicht …n.

Um die tieferen Ursachen und Vor… bei dieser Blasenkrankheit der beiden grünen Fadenalgen näher studier… können, aber auch für das exakte Studium der Nährstoffansprüche der Al… sind wir zurzeit bestrebt, restlos bakterienfreie Kulturen zu erhalten, bei … auch die Blasenkrankheit fehlt.

5. Erste Versuche über das Wachstum … Algen unter verschiedenen Versuchsbedi …gen

Erst wenn es gelingt, die beiden Algen in …ultur von den letzten Bakterien und von der Blasenkrankheit zu befreien, ist es möglich, einwandfreie Versuche über Wachstumsbedingungen und Ernährungsansprüche durchzuführen. Trotzdem haben wir bereits eine grössere Zahl solcher Versuche angelegt, von denen wir hier über zwei berichten wollen.

a) Das Wachstum bei verschiedenen Agarkonzentrationen

Mit Agarmengen von 1, 2 und 3 Prozent wurden mit einer Mischung von einem Teil biologisch gereinigtem Abwasser und einem Teil Seewasser Petrischalen steril gefüllt, die ich dann mit je einem zentimeterlangen Fadenstück der Kulturen Cl_1 bis Cl_4 und R_1 bis R_4 beimpfte. Alle Stämme doppelt geführt benötigten 48 Platten. Länge und Breite der Kulturen multipliziert, ergab nach 16 Tagen folgende Mittelwerte aus je acht Proben:

Agarkonzentration	1 %	2 %	3 %
Cladophora, cm²	3,5	0,2	0,1
Rhizoclonium, cm²	4,8	1,2	0,4

Somit wachsen beide Algen bei geringem Agargehalt des Nährbodens besser als bei höherem. Einen guten Eindruck über die Wachstumsunterschiede ge… währen die Wiedergaben von Abb. 4, wo das lebhaftere Wachstum auf ein… prozentigem Agarnährboden deutlich hervortritt.

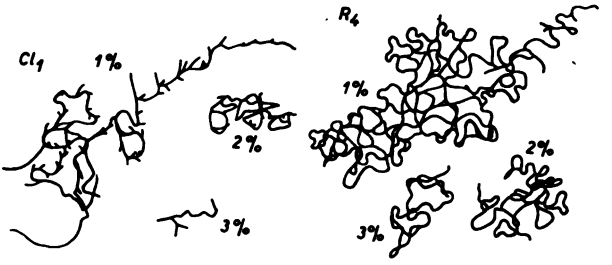


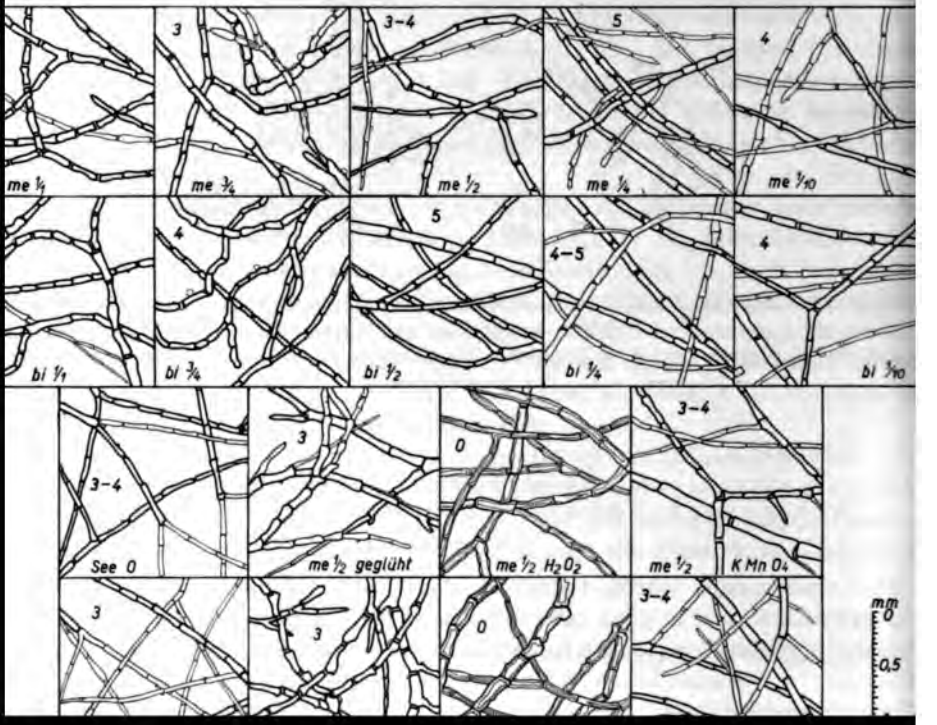
Abb. 4 Wachstum von *Cladophora glomerata* (Stamm Cl_1) und *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Stamm R_4) auf verschiedenen Konzentrationen von Mineralsalzagar (mit Präzisions-Pantograph von G. CORADI, Zürich, in dreifacher Vergrösserung gezeichnet und hier auf natürliche Grösse verkleinert).

b) Das Wachstum bei verschiedenen Abwasserkonzentrationen ohne Agar

In Vorversuchen waren die beiden Algen in verdünntem Abwasser ebensogut gewachsen wie in ganz oder teilweise synthetischen Nährlösungen. Es war daher zu prüfen, wie sie sich hinsichtlich Wachstumsgeschwindigkeit und Morphologie in verschiedenen Abwasserkonzentrationen verhalten. Bei diesem Versuch verwendeten wir einerseits mechanisch, anderseits biologisch gereinigtes Abwasser aus der Kläranlage in Pfäffikon (Zürich). Der Versuch wurde in Erlenmeyerkolben mit 200 ml Flüssigkeit angesetzt.

Aus Abb. 5 geht hervor, dass *Cladophora glomerata* sogar in unverdünntem Abwasser wächst, jedoch mit Reinwasser verdünnte Lösungen vorzieht. Ein Teil Abwasser auf einen Teil oder auf drei Teile Reinwasser scheint besonders geeignet. Mit viel Abwasser werden die Fäden eher breiter und kurzzelliger, zum Teil auch angeschwollen und reichlich verzweigt, mit wenig Abwasser oder nur Seewasser schlank, mit langgezogenen Zellen und spärlichen Verzweigungen.

Wenn man eine Mischung von Abwasser und Reinwasser eindampft und glüht und hernach mit Salzsäure aufnimmt und mit Natronlauge neutralisiert, so erhält man nach Auffüllen auf das ursprüngliche Volumen eine Nährlösung, in der *Cladophora* mässig gut wächst; danach würde also die Zufuhr von mineralischen Nährsalzen genügen, um ein gutes Wachstum zu erzeugen. Hier ist allerdings beizufügen, dass dieser Versuch fortgesetzt werden soll; erst wenn die Alge während längerer Zeit nach mehrmaligem Umimpfen keinen Mangel an organischen Stoffen (Vitaminen, Hormonen usw.) erleidet, kann diese Vermutung als erwiesen gelten. Der Versuch, die organischen Stoffe der Nährlösung mit Wasserstoffsuperoxyd zu zerstören, misslang vorläufig, weil dieses Oxydationsmittel offenbar bei Versuchsbeginn noch in giftigen Spuren vorhanden war, so dass die Algen abgetötet wurden. Die Entfernung der organischen Stoffe mit Kaliumpermanganat erlaubte, wie beim Glühversuch, ein Wachstum,


3
3–4
5
4
me 1/4
me 3/4
me 1/2
me 1/4
me 1/10
4
5
4–5
4
bi 1/1
bi 3/4
bi 1/2
bi 1/4
bi 1/10
3–4
3
0
3–4
See 0
me 1/2 geglüht
me 1/2 H2O2
me 1/2
K Mn O4
3
3
0
3–4
mm
0
0,5

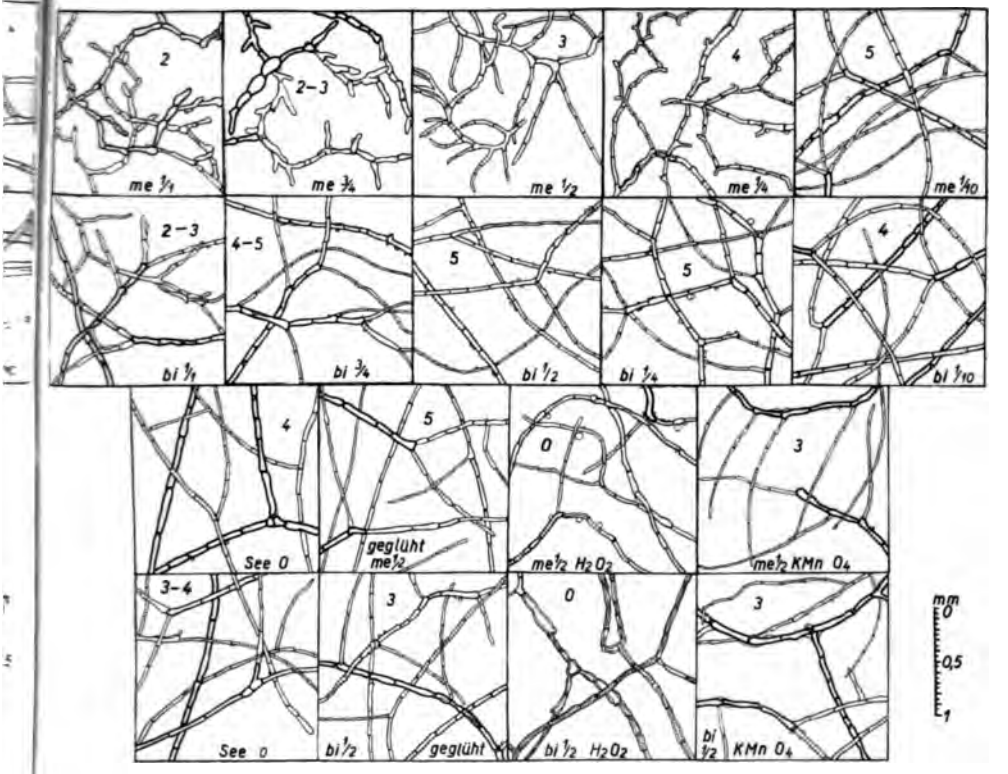


Abb. 6 *Rhizoclonium hieroglyphicum*; Erklärungen siehe Abb. 5.

reinigtem Abwasser Veranlassung zur Ausbildung sehr reichlicher Verzweigungen; besonders gilt auch hier, dass die Zellen kürzer und breiter bis rundlicher werden, so dass die mit viel mechanisch gereinigtem Abwasser gewachsenen Algen eine eigene, neue Gestalt erhalten, die sich von der Naturgestalt von *Rhizoclonium* weit entfernt. Im biologisch gereinigten Abwasser sind die Unterschiede kleiner, und die Alge wächst hier «normaler», besser als im nur mechanisch gereinigten. Beträgt die zugegebene Abwassermenge nur einen Zehntel, so verwischen sich die Unterschiede zwischen mechanisch und biologisch gereinigtem Abwasser. In den Seewasser-Gläsern hat die Wachstumsform am meisten Ähnlichkeit mit der Natur. Ein erstaunlich gesundes Wachstum entfaltete sich in dem durch Glühen von den organischen Stoffen befreiten Abwasser, während auch hier der Wasserstoffsuperoxyd-Versuch missglückte. Bei Oxydation des Abwassers mit Kaliumpermanganat kam ein mässiges Wachstum zustande, wobei die jüngsten Fäden allerdings den Anblick von Hungerformen boten.

Das nach Beobachtungen von in der Natur gefundenen Fäden als einförmig angesehene *Rhizoclonium hieroglyphicum* zeigte somit bei diesem Nährstoff-

versuch, dass es bei Veränderungen der Umweltsbedingungen seine Gestalt in einem recht weiten Rahmen wechseln kann, was für das Auffinden und Bestimmen der Alge in der Natur und für ihre Systematik von Bedeutung ist.

Über das Auftreten der Blasenbildungen lässt sich bei diesem Versuch, wie aus Abb. 6 ersichtlich ist, keine deutliche Beziehung zur Milieuvariation herauslesen. So ist zu vermuten, dass die morphologische Variabilität der Alge in den verschiedenen Nährlösungen nicht durch die Blasenkrankheit hervorgerufen wurde, sondern einen Charakterzug der Alge darstellt.

6. Zusamm[illegible]ssung

Cladophora glomerata und *Rhizoclonium* [illegible]*eroglyphicum* lassen sich auf Agarnährböden und in Nährlösungen reink[illegible]eren. Die Bildung von Rhizoiden, Aplanosporen, und bei *Cladophora* auch [illegible]Zoosporen wurde beobachtet, ebenso das Auskeimen der in Kultur entstan[illegible]en Sporen. Die Fäden dieser Algen sind in Kultur vorläufig noch von einer [illegible]krankheit befallen, bei der ein Teil der Membran zu Blasen ausgestülpt wird; e[illegible]heint sich um eine Bakterien- oder Viruskrankheit zu handeln. Versuche [illegible] im Gang, die Algen von dieser Krankheit zu befreien und den Charakter d[illegible]r Krankheit näher zu ergründen.

Bei Fadenalgen von natürlichen Stand[illegible]rten beobachteten wir krankhafte Blasenbildungen nur selten.

7. Zitierte Literatur

CANTER, HILDA M. (1947): Studies on British Chytrids; II. Some new monocentric Chytrids (Transact. of the British Myc. Soc., Vol. XXXI, p. 94—105).

LIEBMANN, H. (1951): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. I, 539 S. (R. Oldenbourg, München).

PASCHER, A. (1921): Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 7, *Chlorophyceae* IV, 103 S. (Gust. Fischer, Jena).

SPARROW, F. K. (1933): Inoperculate chytridiaceous organisms collected in the vicinity of Ithaca, N. Y., with notes on other aquatic fungi (Mycologia, XXV, p. 513—535).

THOMAS, E. A. (1944): Versuche über die Selbstreinigung fliessenden Wassers; Beitrag zur Kenntnis des Saprobiensystems (Mitt. a. d. Geb. d. Lebensm. u. [illegible] S. 199—218).

— (1960a): Sauerstoffminima und Stoffkreisläufe im ufernahen Oberflächenwasser Zürichsees (*Cladophora*- und *Phragmites*-Gürtel) (Monatsbull. Schweiz. Ver. Wasserfachmännern, Nr. 6, 8 S.).

— (1960b): Rotalgenrasen und Blaualgenteppiche im Zürichsee (Vierteljahr Ges. Zürich, *105*, S. 297—305).

...für gute Clichés zu Pesavento

R. Pesavento Söhne, Clichéanstalt
Zürich 2, Bluntschlisteig 1
Tel. (051) 23 76 50

Wild M 11

Das neuartige, ausbaufähige Mikroskop

Ideal für Kurse und Laboratorien, für Studenten der Medizin und der Naturwissenschaften. Die Grundausrüstung lässt sich später nach dem «Baukastenprinzip» mit wenigen Handgriffen bis zum Forschungsstativ ausbauen.

◘ Schweizer Präzisionsinstrument. Ausgerüstet mit der ausgezeichneten Wild-Mikro-Optik. Neuartige Verpackung in einer Metallhaube.

Prospekt mit technischen Daten durch die Optischen Werke Wild Heerbrugg AG., Heerbrugg/SG

WILD
HEERBRUGG

Volle Garantie für prompten Service und zuverlässige Nachlieferung von Ersatzteilen durch ◘ Schweizer Unternehmen von Weltruf

OPTIK

MIKRO

PHOTO

KINO

W. KOCH OPTIK AG

ZÜRICH

Bahnhofstrasse 17

WILHELM ZSCHIETZSCHMANN

HELLAS UND ROM

Eine Kulturgeschichte des Altertums in Bildern
68 Seiten Text und 304 Bildseiten mit
über 500 Abbildungen in Kupfertiefdruck
Format 17 × 23 cm. In Leinen gebunden Fr. 21.50

Inhalt: Gottheiten – Heiligtümer und Kulte – Theaterwesen – Bauten – Denker und Dichter – Staatsmänner – Heerwesen – Fremdvölker – Erziehung und Unterricht – Sport und Spiel – Jagd – Handel und Gewerbe – Schiffahrt – Landleben – Häuser und Höfe – Häusliches Leben – Kleidung – Musik und Tanz – Symposion – Lebensstufen – Krankheit, Tod und Grab.

In dem Buch «*Hellas und Rom*» ist das klassische Altertum wie in einem modernen Bildbericht eingefangen. Es zeigt, wie sich die Menschen damals selbst sahen und wie sie lebten. Dieses Bildbuch bildet mühelos und verlockt zu weiterer Beschäftigung mit den Autoren der Geschichte des Altertums.

FRETZ & WASMUTH VERLAG
ZÜRICH

67
.2965
Y.106
n.3

Jahrgang 106 Heft 3 September 1961

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
JUL 27 1962
LIBRARY

Neuere Betrachtungen zum glarnerischen Deckenbau

Von

RUDOLF STAUB

Preis Fr. 12.—

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1960: 162. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet. Bestellungen nimmt der Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8, auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: P.D. Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Gebr. Fretz AG, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Vergrössern
bringt Ihre Photos
zur Wirkung

GANZ & Co
ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 239773

Neuere Betrachtungen zum glarnerischen Deckenbau

Von

RUDOLF STAUB

Zürich und Fex (Engadin)

Begleitwort

Wenn diese Arbeit wenige Monate nach dem Tod des Verfassers erscheint, so möchte doch eindrücklich hervorgehoben werden, dass diese Studie bereits vor einem Jahr im Manuskript druckreif vorlag. Aber die noch eigenhändige Erstellung der Textfiguren, deren Reinzeichnung und auch die Suche nach einer Publikationsmöglichkeit, welche in zuvorkommender Weise durch die Naturforschende Gesellschaft in Zürich zur Freude und Genugtuung des Autors gegeben wurde, haben die Herausgabe soweit verzögert, dass der Verfasser die endgültige Ausstattung seines Werkes nicht mehr erleben konnte. Die erste Fahnenkorrektur ist jedoch noch von ihm persönlich redigiert worden, und an der Fassung des Ganzen wurde prinzipiell nichts mehr geändert.

Diese Studie über die Glarner Alpen stellt somit das letzte vollendete Werk RUDOLF STAUB's dar. Ursprünglich waren diese Betrachtungen zum glarnerischen Deckenbau als Ergänzung der im «Bau der Glarneralpen» aufgeworfenen und noch nicht weiter ausgebauten Probleme gedacht. Rückblickend mag jedoch die verfeinerte Konzeption der engsten Heimat RUDOLF STAUB's als sinnvolles Vermächtnis angesehen werden, als Dank des unermüdlichen Forschers an jene Bergwelt, die ihm von Jugend auf in ihrer unvergleichlichen Erhabenheit stumm den Weg durch das Leben eines Gelehrten gewiesen hat und ihm in seiner letzten Phase der tektonischen Synthese zur Offenbarung seiner eigenen Erkenntnisse wurde.

Möge das Bild vom Bau der Glarner Gebirge, das sich RUDOLF STAUB in seiner Intuition schuf, in jener Gedankenwelt aller geologischen Erforscher weiterstrahlen, zu denen es mit grossartigem Ernst und reicher schöpferischer Erfahrung spricht.

Juli 1961 ANNETTA STAUB

Inhaltsübersicht

Die neuerliche Aufgliederung der helvetischen Schubmassen der Glarner Alpen* . . 296
A. Das System der Clariden-Decken und seine Aufgliederung 301
B. Die weitere Aufgliederung der Glärnisch-Decke 307
1. Das Stirnelement der helvetischen Hauptschubmasse in der Schilt-Decke der Glarner Alpen 308
2. Der helvetische Hauptkörper in der Mürtschen/Axen- beziehungsweise der Klöntaler-Decke der Glarner Alpen 313
Die tektonischen Elemente des Aarmassiv-Südrandes und die Einwurzelung der glarnerischen Schubmassen 331
Zur Einreihung der glarnerischen Wildflyschmassen 338
Vom Mechanismus der Deckenbildung im Bereich der Glarner Alpen 348
Der Schubschollenbau im glarnerischen Deckensystem 353
Die Hintergründe des verschiedenartigen Baues beidseits der Linth 370

* **Anmerkung:** Im Manuskript des Autors und gemäss seiner Auffassung sowie nach dem «Bau der Glarneralpen» wurden die Glarneralpen in einem Wort geschrieben, was in der vorliegenden Arbeit durch den Setzer nicht berücksichtigt worden ist.

Das Bergmassiv des Glärnisch (von Norden) Swissair Photo AG. Zürich

ALBERT HEIM und JAKOB OBERHOLZER, einst meine unvergessenen Lehrer, schufen auf den grossartigen Erkenntnissen ARNOLD ESCHER's VON DER LINTH das erste grosse Gesamtbild vom Bau der glarnerischen Gebirge. ROBERT HELBLING, mit dem mich Jahre enger Freundschaft verbanden, erweiterte vor wenig mehr als 20 Jahren die gewonnenen Einsichten in hervorragendem Masse, vor allem durch die von ihm inaugurierten und von mir und meinen Schülern geförderten photogeologischen Aufnahmen durch die ganzen Glarner Alpen. Ich selber stand lange Zeit als stiller Beobachter im Hintergrund, durch die Erforschung der rätischen Alpen in erster Linie an jene Gebiete gebunden, bis mir die Zeit gekommen schien, die seit den Untersuchungen HEIM's und OBERHOLZER's klassisch gewordenen Anschauungen über den glarnerischen Bau samt den neuen Einsichten HELBLING's abermals weiter zu überprüfen, auch meinerseits neu zu ordnen und gesamthaft zu überarbeiten. So entstand schliesslich vor knapp acht Jahren mein «Bau der Glarneralpen», der das damals Bekannte zusammen-

fasste und vor allem auch in das übrige helvetische Gebirge sinngemäss einzufügen trachtete. Manches wurde dabei erreicht, anderes musste weiterhin offene Frage bleiben.

Die Gesamtauffassung des glarnerischen Gebirges, wie ich sie in der genannten Überschau von 1954 vertrat, zeigte manche Gegensätzlichkeit zu den klassischen Formulierungen, Oberholzer's vor allem: so wurde, in Übereinstimmung mit Helbling, aber auch im Sinne Arnold Escher's, die prinzipielle primär bestehende Einheit der grossen Glarner Schubmasse erneut betont und im besonderen darauf hingewiesen, dass – im Gegensatz zu den neueren Thesen – tiefgehende, wirklich radikale tektonische Auftrennungen innerhalb der glarnerischen Schubmassen bis zurück in die Wurzel- und Narbenzone im Vorderrheintal sich nur erkennen liessen an der Basis der tieferen, lange Zeit parautochthon genannten Decken, und zwischen diesen und der helvetischen Hauptschubmasse der Glarner Alpen, scheinbar aber nicht innerhalb dieser selber. Wohl liess diese glarnerische Hauptschubmasse sich weiter grossartig aufgliedern in eine ganze Reihe von grossen Sonderelementen, die altbekannten helvetischen Teildecken der Glarner Alpen; aber nirgends reicht deren interne Auftrennung tiefer in die alten Verrucano-Kernmassen oder gar bis in die helvetische «Wurzel» zwischen Aar- und Gotthardmassiv, das heisst bis ins Vorderrheintal, zurück, und nur die allerinnersten Kernmassen des Glarner Verrucano-Blockes erfuhren dort noch eine weitere Aufspaltung, aber auch dies bloss im Sinne bescheidenerer Rückenschuppen des genannten Blockes vor dem Anschub des Gotthard.

Die helvetischen Schubmassen der Glarner Alpen zerfielen gemäss meiner neueren Auffassung grundsätzlich nur mehr in zwei grosse, in ihrer Bedeutung aber sehr ungleich scheinende Komplexe: in ein basales Decken- und Schuppenpaket, das die alte helvetische Frontzone umfasste, und den in sich weiter gegliederten helvetischen Haupt-Deckenkörper. Den basalen Deckenkomplex nannte ich entsprechend seiner besonderen tektonischen Rolle und Verbreitung in der Claridengruppe das «Clariden-System» und betrachtete dasselbe als ein östliches Analogon zur Diablerets-Decke der westlichen Schweizer Alpen; für die grosse helvetische Haupteinheit schlug ich, im Hinblick auf die das glarnerische Deckenland so eindeutig und grossartig beherrschende Berggestalt des Glärnisch, wo zudem alle grossen Unterabteilungen der glarnerischen Hauptschubmasse in diesem mächtigen Bergblock vertreten sind, eine neue Benennung als «Glärnisch-Decke» vor. Clariden-System und Glärnisch-Decke bildeten auf diese Weise gemeinsam die grosse helvetische Decke der östlichen Schweizer Alpen: das Clariden-System im besonderen erschien mir als die vom Glärnisch-System weit überfahrene alte Stirnanlage derselben. Die an der Basis der helvetischen Gesamtdecke bei ihrem Vormarsch noch mitgerissenen Teile des autochthonen Sedimentmantels des Aarmassiv-Komplexes wurden im «Calanda-System» der Tödikette zusammengefasst und tektonisch den Elementen der Windgälle, der Blüemlisalp und der Dent de Morcles gleichgestellt.

Die helvetische Decke spaltete sich bei ihrem Vormarsch gegen und über das A[illegible]assiv längs mächtigen, durch alte Brüche und Diskontinuitäten im tiefe-

Untergrund bedingten Scherflächen auf in eine Menge von Einzelschollen; r diese Aufspaltung des helvetischen Deckenkörpers vollzog sich im beson- en beidseits der Linth-Linie in sehr unterschiedlicher Weise. Westlich der th blieb die helvetische Front infolge vermehrter Bremsung ihres Vormar- es durch das Aarmassiv bald weit zurück und wurde auf 25 bis 30 km Breite n überstossen vom nachrückenden helvetischen Hauptkörper; östlich der th prellte die gleiche Front aber vor bis hinaus nach Glarus und unter den ensee, und blieb die helvetische Schubmasse weit zusammenhängender er- en. Es gehört somit auch das Clariden-System der westlichen Glarner en gleichfalls noch mit zur Frontzone der selben Glärnisch-Decke, die Osten der Linth nur weit zusammenhängender erhalten geblieben ist. Das iden-System ist somit nicht mehr als ein tektonisches Eigenele- nt der Glärnisch-Decke als solcher besonders gegenüberzustellen, wie mir seinerzeit durch den noch nicht voll bekannten Bau der Claridengruppe iesen schien, sondern das Clariden-System umfasst ganz fach die im Westen der Linth weiter zurückgeblie- nen primären Fronten der gleichen Glärnisch-Decke, die Glärnisch-Decke der Glarner Alpen bedeutet mit überhaupt nichts anderes mehr als die grosse vetische Schubmasse der östlichen Schweizer Alpen lechthin.

ei ihrem Vormarsch trennte diese helvetische Schubmasse der Glärnisch- ke sich auf in ihre bekannten, einst ganz normal hintereinander gelegenen

in durch fazielle Gegebenheiten dazu besonders prädestinierten Abschnitten – die Kreideserien vielfach radikal abgeschert in Form eigener Kreidedecken, und von diesen selber kamen schliesslich auch noch mächtige Flyschmassen zu weiterer Abschürfung und dadurch zu separatem Vorstoss oder selbständigem Abgleiten in die sogenannten hochhelvetischen Flyschgebiete des Alpenrandes hinaus. So trennte sich die Säntis- und die Churfirsten/Alvier-Decke vom Rücken der osthelvetischen Axen-Decke und schoben die primär südhelvetischen Flyschserien sich noch gesondert darüber hinaus und zur subalpinen Flyschzone zusammen. Diese Abscherungen aus dem inneren Rücken der Glärnisch-Decke machen sich dabei geltend vom Bregenzerwald und vom Allgäu bis an den Thunersee, über eine Strecke von weit über 200 km im Streichen; sie sind ganz ohne Zweifel die deutliche Folge und das mechanische Abbild der Vorfahrt der grossartig entwickelten ostalpinen Schubmassen, zu deren Resten auch die Klippendecke der nördlichen Schweizer Alpen gehört. Und es scheint ganz fraglos, dass diese Abscherungen von Kreide und Tertiär aus dem inneren Rücken der helvetischen Hauptdecke unter der Vorfahrt dieser Klippendecke sich auch weiterhin noch vollzogen haben bis über den Genfersee hinaus, bis wohin ja die südhelvetischen Schürflinge zwischen Berra, Pléyades und Voirons tatsächlich reichen; so dass südhelvetische Kreide- und Tertiärserien durch die ostalpinen Schubmassen schliesslich über eine Länge von an die 350 km nach vorn, bis zum Alpenrand geschleppt worden sind: vom Grünten im Allgäu, den Balderschwanger Klippen und dem Vorarlberger Flysch bis zu den Voirons und selbst darüber hinaus. Aber während im Osten der Linth die einst intern gelegene Axen-Kreide bloss in Form einer einzigen, relativ einfachen und flach gelagerten Platte praktisch fast ungegliedert bleibt – mit Ausnahme der Sichelkamm/Gamsberg-Zone zwischen Churfirsten und Alvier und des tektonisch schon etwas externeren, heute zum Faltenbündel des Säntis zusammengestauten Abschnittes –, legt sich infolge des besonderen Aufsteigens des Aarmassivs westlich der Linth-Linie und der dadurch weiter provozierten Zusammenschübe die ganze Churfirsten/Alvier-Platte in auffälliger, wenn auch keineswegs unerwarteter Weise nicht nur weiter zusammen zu den gegeneinander wohl individualisierten altbekannten Teilelementen der Wiggis-, der Räderten- und der Drusberg-Decke, sondern überschiebt sogar das Säntis-Element in den Kreidedecken des Glärnisch und der Silberen um grosse Beträge. Westlich Engelberg bleibt dann aber diese selbe Kreideplatte schon durchaus solidarisch mit den interneren Jurakörpern, das heisst den höheren Jura-Schollen der Wildhorn-Decke zwischen Obwalden und dem Haslital: die Abscherungen in der innersten Axen/Wildhorn-Decke am Grunde der auch hier vorstossenden ostalpinen Massen haben da schon bis tief in den Jura hinab gegriffen: die generelle westliche Fortsetzung der Churfirsten-Platte, die jenseits der Linth noch die Wiggis-, Räderten- und Drusberg-Decke umfasst und die westlich der oberen Sihl dann nur durchaus fälschlicherweise einfach als blosse «Drusberg-Decke» benannt worden ist, führt aus diesem Grunde schon vom

Muottatal an nicht mehr bloss Kreide, sondern auch Malm, ja westlich Engelberg sogar noch Dogger und selbst Lias.

Gegenüber früheren Auffassungen vertrat ich im obgenannten «Bau der Glarneralpen» hauptsächlich die folgenden, von den bisherigen Anschauungen abweichenden Thesen:

1. Der Diablerets-Raum der helvetischen Decken ist im Urner und Glarner Sektor vor allem im Clariden-System zu sehen.

2. Zum Diablerets-System der Claridenkette rechnete ich ausser dem stets als parautochthon betrachteten Griesstock-Element auch noch die Kammlistock-Decke im Umfang, den P. SCHUMACHER und J. OBERHOLZER dieser Einheit gegeben hatten, während dieselbe nac ENZ seit über 25 Jahren sonst fast ausnahmslos als ein tiefes Glied der A Decke des Urirotstockes gedeutet wird.

3. Die Griesstock-Decke der Clariden und des Schächentals wurde, wie bei W. BRÜCKNER und R. TRÜMPY, herge et aus den Ranasca-Schuppen des Panixer- und Dartgiasgebietes, das hei as einem tektonischen Stockwerk über dem Vorab, der bisher meist als ei Vertreter der Glarner-, das heisst unserer Schilt-Decke aufgefasst worden w

4. Der Lochseitenkalk an der Basis des arner Verrucano wurde, wie schon von ARNOLD ESCHER, als ein ausgewalzter n von Vorab-Elementen, zum Teil aber auch als ein extrem verschürftes Glie er Ranasca/Griesstock-Serien verstanden, und nicht mehr als blosser verke arter Mittelschenkel der Glarner Schubmasse.

5. Der exotische Flysch unter der Glarner Überschiebung, das heisst der «eingewickelte Glarner Wildflysch» im Sinne von ARNOLD HEIM und J. OBERHOLZER, erschien mir nicht notwendigerweise als wirklich ultra-, das heisst südhelvetischer Abkunft, wie heute fast allgemein angenommen wird, sondern als ein noch subhelvetischer Komplex aus dem hinteren Rücken der Vorab-Masse des Calanda-Systems, und damit primär beheimatet im südlichen Hinterland desselben.

6. Eine Vertretung der Griesstock-Decke wurde als an sich möglich erachtet auch in der Stöckli-Serie der Glärnisch-Basis, die bis dahin fast ausnahmslos als ein Glarner-Decken-Span, das heisst einfach als ein blosser Ausläufer der Schilt-Decke aufgefasst worden war.

7. Die sogenannte Mürtschen-Decke des Glärnisch in der Forrenstock-Platte wurde, als tektonisch deutlich tiefer gelegen, von der eigentlichen Mürtschen-Serie des Wiggis und damit dem Mürtschen selber abgetrennt und eigens benannt als «Forrenstock-Scholle»; die Mürtschen-Serie des W dafür in engere Verbindung gebracht mit der Axen-Decke des Glärnisc Mürtschen-Serie schliesslich als ein grosses, allerdings mäc element einer in sich komplexen Axen-Decke erklärt, das im vom eigentlichen Axen-Hauptkörper zwar wohl längs tekto einigermassen scharf getrennt werde, im Osten der Linth abe durch fazielle Übergänge und nur wenig tief zurückreichend

mit dem konkreten Axen-Regime über einer gemeinsamen und einheitlichen Verrucano/Trias/Lias-Serie als gleichartiger und in sich geschlossener Unterlage verbunden sei.

8. Forrenstock-, Mürtschen- und Axen-Elemente wurden aus diesen Gründen zu einer eigenen «Klöntaler-Decke» zusammengefasst und diese als die eigentliche helvetische Haupteinheit der Glarner Alpen betrachtet, als der große Hauptkörper der Wildhorn/Glärnisch-Decke.

9. Die Gesamtheit der helvetischen Decken wurde von jeder Beziehung zum Aarmassiv gelöst und als durch den Vorschub einer besonderen Gotthard-Decke vorgeschürfte, heute fast völlig ausgescherte primäre Sedimentbedeckung des nunmehr durch den Gotthard fast ganz zugedeckten Tavetscher Raumes aufgefasst. Nur das wirklich parautochthone «Calanda-System» samt dem ihm angeschlossenen, bisher als eingewickelt betrachteten Glarner Wildflysch blieb vom näheren oder ferneren Südrand des Aarmassivs abgeleitet, und möglicherweise mit dem nördlichen Gotthard noch verbunden das Bonvin-Element des Ultrahelvetikums, während früher, von ARBENZ, HELBLING und m i r der Gotthard als die Heimat der Gesamtheit der helvetischen Decken betrachtet worden war.

Manches an dieser neuen Gesamtschau mochte, bloss lokal besehen, überraschen, anderes auch zu Widerspruch reizen. Aber das war nur zu verständlich in einer Zeit, wo neuere Ideen über den komplexen Mechanismus des alpinen Gebirgsbaues erst in Gang kamen, und wo vor allem noch eine ansehnliche Zahl von ernsthaften Lücken in unserer konkreten Kenntnis der Glarner Alpen und ihrer Nachbarschaften fortbestanden, manche Fragestellung daher überhaupt nicht ohne weiteres schon näher überprüft werden konnte. Dieser Lücken war ich mir voll bewusst und ich suchte von allem Anfang an, dieselben nach Möglichkeit zu überbrücken. Das scheint mir nach manchen Jahren weiterer Beobachtung und Beschäftigung mit dem Bau der Glarner Alpen wenigstens zu einem guten Teil heute möglich geworden, durch abermalige persönliche Vertiefung in die glarnerischen Probleme an sich und durch die von mir angeregten weiteren Studien meiner einstigen Schüler vom Zürcher Institut. Vieles hat sich seither abermals neu geklärt, so dass ich glaube, die seinerzeit dargelegten Zusammenhänge im Bau der Glarner Berge heute abermals besser überblicken und auch noch näher präzisieren zu können. Das Folgende soll die hierbei erzielten Resultate knapp zusammenfassen und zur weiteren Diskussion stellen.

Als naturgegebener Ausgangs- und Anknüpfungspunkt für diese neuerliche Analyse des glarnerischen Gebirgsbaues kann wohl mein eingangs erwähnter «B a u d e r G l a r n e r a l p e n» aus dem Tschudi-Verlag in Glarus, erschienen 1954, betrachtet werden, der das bis zu jenem Zeitpunkt Bekannte erstmals in einen allgemeineren Rahmen zusammenfasste, die neuen Probleme stellte, eine Menge von noch zu überbrückenden Erkenntnislücken aufzeigte und damit automatisch auch zu weiteren Fragestellungen führte. Für das Verständnis des folgenden muss daher auf diese frühere Studie ausdrücklich verwiesen

n. Dass in derselben auch die Geschichte der geologischen Erkenntnis im
ch der Glarner Alpen und die Hinweise auf die Rolle derselben bei der
ischen Entwicklung unserer Einsichten in das Wesen der Gebirgsbildung
aupt Platz fanden, samt der Zusammenstellung der reichlichen einschlägi-
iteratur, rechtfertigt diesen Hinweis wohl ein weiteres Mal. Die grossen
ür das nähere Verständnis unentbehrlichen Grundlagen aller heutigen
ünftigen Bemühungen aber finden sich immer wieder in den klassischen
en von ALBERT HEIM und JAKOB OBERHOLZER, in den kritischen und reich
nentierten Studien ROBERT HELBLING's und vor allem in grossartigen
ogischen Karten der Glarner Alpen, vor deren gewalti-
eichtum wir uns heute erneut verneigen, in dankbarem Gedenken an ihre
nüdlichen Schöpfer.

Die neuerliche Aufgliederung der helvetischen Schubmassen der Glarner Alpen

selben umfassen die Elemente des Clariden-Systems und die verschiedenen
te der Glärnisch-Decke. Die im offenen Gebirge viel bescheidener er-
enden Einheiten des Calanda-Systems bleiben als bereits weit unter der
ischen Hauptschubfläche liegende, rein aarmassivische Elemente vorerst
rhalb unserer Betrachtung; sie werden höchstens am Rande berührt,
en jedoch heute an Bedeutung noch wesentlich zu gewinnen. Das könnte
bzeichnen im besonderen bei der Frage nach der tektonischen Stellung
otischen Glarner Flysches unter den helvetischen Decken, dessen wirk-

nachgerückten mächtigen ostalpinen Massen. Eine «Einwicklung» im klassischen Sinne LUGEON's, die einen südhelvetischen Flysch ja bis unter die Griesstock-Decke, den Vorab und sogar bis vor die Front der Windgällen-Falte zurückgebracht haben müsste, wäre von einem sonst in den Alpen durchaus unerreichten Ausmass, und ihre konkrete Mechanik ist, auch unter dem Titel einer gewaltigen «Deckenverschuppung» oder «-verscherung», so schwer zu verstehen, dass meiner Meinung nach auch jeder andere Ausweg aus dieser Problematik der sogenannten «ultrahelvetischen Einwicklung» ARNOLD HEIM's und LEUPOLD's heute immer noch ernsthaft auf seine fazielle – und regional-tektonische – Gangbarkeit geprüft zu werden verdient. Und dies um so mehr, als anderseits ganz zweifellos auch sichere t i e f helvetische Schürflinge ihrerseits den Alpenrand an vielen Stellen doch tatsächlich noch erreicht haben – vom Thunersee über den Rigi und die Wagetenkette bis über die Linth hinweg – und Nummulitenkalke vom Typus Einsiedeln keineswegs nur auf einen einzigen, das heisst den ultrahelvetischen Faziesraum beschränkt sind oder beschränkt zu sein brauchen, indem ähnliches Nummulitikum, von Einsiedler Typus etwa, sich auch wiederfindet im ost- und sogar im südalpinen Raum. Weitere vergleichende Studien über den Glarner Flysch und die helvetischen Flyschserien seiner Nachbarschaft sind damit immer noch dringlich zur wirklichen Abklärung dieser wichtigen Fragen. Wir kommen darauf aber später selber noch einmal zurück.

Über der genannten F l y s c h - B a s i s der helvetischen Decken gliedert sich der glarnerische Bau heute in das basale S y s t e m d e r C l a r i d e n k e t t e und die helvetische Hauptmasse in den verschiedenen Elementen der G l ä r n i s c h - D e c k e. Trotzdem gibt es grundsätzlich aber bloss e i n e e i n z i g e g r o s s e h e l v e t i s c h e S c h u b m a s s e, die aus den Räumen südlich des heutigen Aarmassivs über dasselbe vorstiess, bis über dessen nördliche Vortiefe hinaus. Diese h e l v e t i s c h e «G r u n d - S c h u b m a s s e» ist nur im Verlauf der mit ihrem Vormarsch verbundenen Geschehnisse weitgehend aufgegliedert und durchaus verschiedenartig aufgelöst worden in mächtige S o n d e r s c h o l l e n, deren primäre Zusammenhänge heute oft nur mehr schwer zu erkennen sind.

Allgemein stehen die alten F r o n t a l g l i e d e r der helvetischen Decke heute deren H a u p t m a s s e als besondere Teilelemente schärfer gegenüber. Aber während im O s t e n der Linth im grossen ganzen die Zusammenhänge zwischen frontalen Schollen und den interneren Hauptkörpern noch weitgehend erkennbar geblieben sind, mit Ausnahme der alleräussersten Frontplatte, dem Wageten/Griesstock-Element, brachte es die gewaltige Bremsung und Behinderung der helvetischen Vorbewegung durch den w e s t l i c h der hinteren Linth als besonderer Widerstand sich allmählich stärker heraushebenden starren Rücken des Aarmassivs mit sich, dass dort über lange Zeit die helvetische Frontzone steckenblieb und daher schliesslich vom dennoch nachrückenden helvetischen Hauptkörper radikal überschoben wurde. I m B e r e i c h d e s A a r m a s s i v - R ü c k e n s b l i e b e n d i e h e l v e t i s c h e n

Alpen im Glärnisch-Querschnitt, 1 : 250 000

in Lit. Nr. 8, Bd. 2, p. 265)

affiert) = Wildflysch mit Senon, seewerartigen Kalken, Malm (?)
(schwarz) = Verrucano und Trias; P = parautochthone Decken;
B = Bächistock-Decke; S = Säntis-Decke; R = Räderten-Decke;

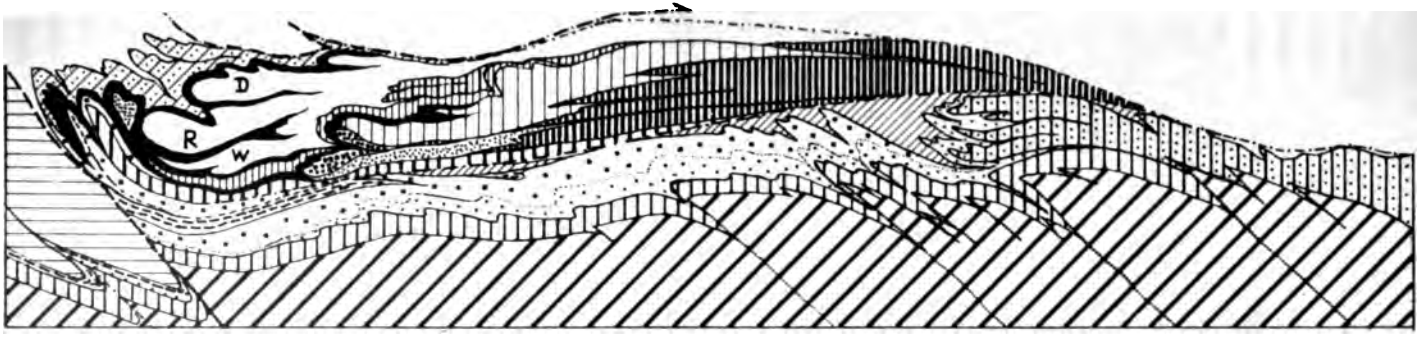


Abb. 2 **Das tektonische Bild der Glarner Alpen im Glärnisch-Querschnitt, 1 : 250 000** (Nach Rudolf Staub, 1960)

I. Die Einzelschubmassen der Glärnisch-Decke

a) Flyschdecken: 1. Wäggitaler und Vorarlberger Flysch = Schrägschraffen mit Punkten; 2. Einsiedler Flysch und südlich daran angeschlossener «Wildflysch» zwischen den Kreidedecken = schwarz.

b) Kreidedecken: 1. Drusberg, Räderten und Wiggis (D, R, W) = weiss; 2. Silberen = Vertikalschraffen dick/dünn; 3. Bächistock und Säntis = Vertikalschraffen eng.

c) Mürtschen/Axen-Decke: 1. Axen-Kernmasse = Vertikalschraffen fein, weit; 2. Deyen-Mürtschen = grobe Punkte eng; 3. Forrenstock und Aubrig (?) = feine Punkte, eng; 4. Verrucano-Kerne = Vertikalschraffen dick, eng.

d) Frontale Schollen: Griesstock-Stöckli-Wageten-Serie = Vertikalschraffen dick, weit.

II. Die Unterlage der Glärnisch-Decke

a) Calanda-System: 1. Sardona- und Blattengrat-Flyschdecken = Schrägschraffen eng; 2. Calanda- und Vorab-Decken = Vertikalschraffen mit Punkten.

b) Autochthone Elemente: 1. Matter Sandstein und Rupélien-Basis der Molasse = Strichel; 2. Taveyannaz- und Altdorfer/Dachschiefer-Komplex = grobe Punkte weit; 3. Eozänflysch + Bohnerz = feine Punkte weit; 4. Autochthones Mesozoikum = Vertikalschraffen weit; 5. Kristallinsockel der Aarmassivzone und der Molasse = starke Schrägschraffen weit; 6. Subalpine Molasse = Horizontalschraffen fein, weit.

Ostalpine Schubfläche = Strich/Punkt-Linie stark; Penninische Schubfläche = Strich/Punkt-Linie fein.

Fronten weit zurück und liegen heute über 25 bis 30 km Breite zugedeckt von der helvetischen Hauptmasse. In der ostwärts sich anschliessenden Quersenke aber wanderten die helvetischen Fronten unbehindert vor den helvetischen Hauptkörpern weiter und wurden, zum mindesten in einer ersten Phase, nur über ganz geringe Breiten noch von denselben überdeckt. So zeigt das glarnerische Gebirge im Osten der Linth noch heute die alten Zusammenhänge zwischen Frontabschnitten und Hauptkörpern der helvetischen Schubmasse durchaus klar, während westlich der Linth diese wichtigen Zusammenhänge schon längst radikal zerschnitten, ja eigentlich zerstört sind, die dort noch erhaltenen helvetischen Frontelemente schon im Süden [illegible] Klausen-Linie stecken geblieben, vom helvetischen Hau[illegible]er weit überfahren und von demselben bei seinem Vormarsch e[illegible]prechend misshandelt und intensiv verschürft, bald weiter in [illegible]h zusammengeschoben, bald in Einzelschollen auseinander [illegible]erissen worden sind. In der Claridenkette erscheinen so diese h[illegible]vetischen Frontabschnitte als etwas durchaus Isoliertes in geschlosse[illegible]m Bau für sich, in einem Bau, der wohl mit der Zeit die alten Zusammenhär[illegible] mit den noch intakt erhaltenen frontalen Gliedern der helvetischen Masse im Osten der Linth noch zu erkennen gibt, heute jedoch von demselbe[illegible] weitgehend unabhängig und abgesondert erscheint. Nicht umsonst blieb g[illegible]ade hier bis heute so vieles noch unklar und für sich allein gesehen oft kaum v[illegible]rständlich.

In der Claridenkette wurden an tektonischen Elementen unterschieden: die Griesstock-Decke, die Glarner-Decke, die Kammlistock-Decke. Aber diesen Einheiten wurden ganz unterschiedliche Bauglieder zugezählt, so dass über die näheren Zusammenhänge und Beziehungen bisher kein wirkliches Verständnis erreicht werden konnte. Das gilt schon für die wahren Beziehungen zwischen Griesstock- und Glarner-Decke, im besonderen aber in bezug auf die tatsächliche Stellung der «Kammlistock-Elemente». Einesteils lagen dieselben der Griesstock-Serie vielfach praktisch ganz direkt auf, so dass die Kammli-Serien als primär an den Griesstock-Raum angeschlossen betrachtet werden mochten; anderseits erscheinen solche «Kammlistock-Elemente» unter Fragmenten der «Glarner-Decke», und schliesslich sprach die Faziesentwicklung des Kammlistock-Malms in auffallender Weise für engere Beziehungen zur Mürtschen-Serie der östlichen Glarner Alpen und den tieferen Elementen der Urirotstock-Decke im Westen der Reuss, so dass von da aus eine gegenüber der «Glarner-Decke» Oberholzer's höhere tektonische Stellung der Kammlistock-Elemente wahrscheinlich wurde.

Die bisherige Kenntnis der Claridenkette liess so ganz verschiedene Deutungen zu. Näheres Eingehen in diese Clariden-Probleme erlaubt heute präzisere Entscheidungen in diesen wichtigen Fragen. Der Schlüssel ist der tatsächliche Bau der Claridenkette, wie er sich gemäss [illegible] weiteren Beobachtungen heute zu entziffern scheint. Damit wird eine neue

ısung des Clariden-Systems der helvetischen Decken erreicht, die in wesentchen Punkten von der bisherigen Aufgliederung der Claridenkette abweicht.

A. Das System der Clariden-Decken und seine Aufgliederung

Während für die Griesstock-Decke seit langem praktisch klare Abrenzungen gegeben waren, ist dies für die darüber gelegene Kammlitock-Decke keineswegs der Fall. Dort waren im besonderen von Schuıacher, der diese schwierig zu begehenden Gebiete erstmals genauer unterıchen konnte, tektonisch ganz differente und auch in ihrer faziellen Entwickıng verschieden sich gebende Elemente zu einer in vielem merkwürdig erheinenden «Kammlistock-Decke» vereinigt worden. Diese Uneinheitlichkeit er sogenannten Kammli-Elemente liess dieselben als Ganzes und in ihrer tekonischen Einordnung durchaus unverständlich erscheinen. Bei genauerer Analyse, die an Hand der Aufnahmen Brückner's und Schumacher's heute nöglich geworden ist, lösen sich aber fast alle bisher als störend empfundenen Widersprüche in unerwarteter, aber ganz natürlicher Weise. Ich sehe nach sorgältiger Prüfung, die allerdings weiterer Bestätigung im Felde, das heisst einer ninutiösen neuen Detailaufnahme der ganzen Claridenkette bedarf, was mir versagt bleibt, aber dringend angeregt sei, die Zusammenhänge in der Claridenkette wie folgt:

Dem Griesstock-Faziesraum schliesst auch in der Claridenkette gegen Süden hin jener der sogenannten Glarner-Decke, das heisst unserer Schilt-Elemente sich an, die vor allem im Kammerstock und im Gemsayren noch durchaus gesichert erscheinen, wenn man in denselben nicht überıaupt einfach noch südlichere Abschnitte des Griesstock-Raumes sehen will. Auf jeden Fall aber vermitteln diese Schilt-Serien der östlichen Claridenkette n ihrer ganzen faziellen Entwicklung zwischen Griesstock und dem eigentichen Schilt. Das gilt im besonderen für die Kammerstock-Scholle, aber auch ür jene weiteren Serien der Claridenkette, in denen praktisch nur noch Kreide rhalten geblieben ist. Die Faziesvergleiche haben sich daher in erster Linie uf diese Kreideserien zu beschränken und da lässt ein Zwischengebiet ich erkennen, das deutlich zwischen der klassischen Schilt-Fazies bei Glarus nd der Griesstock- und Wageten-Fazies steht. Die wirkliche Schilt-Fazies cheint primär erst etwas südlicher sich eingestellt zu haben, in Gebieten, wo ie Jura-Kerne heute durch Erosion schon längst entfernt worden sind.

Wir haben damit, angeschlossen an die Griesstock-Platte, zunächst eine geauere Vertretung von Schilt-Elementen im Claridenebiet zu suchen. Der Bau der Claridenkette hilft uns dabei den Faden zu nden, in erster Linie durch die etwas fremdartige Einschaltung der Kammlioock-Serie im Osten des Kammlistockes selber, das heisst vor allem im Gebiet er Clariden-Nordwand.

Am Scheerhorn ist die Kammlistock-Decke – oder was dafür gehalten urde – vor der «südlichen Griesstock-Decke» steil eingefaltet, das ist wenig-

s die bis heute gültige Version der Dinge am Scheerhorn. Von der Kammli-
te gegen Norden besteht der Kammli-Bau aus einem schmalen Doggerkern,
eine hängende von einer liegenden Malmserie trennt. Unter der letzteren
heint ein mächtiger Verkehrtschenkel von Zementsteinschichten bis zum
attenkalk, wobei jedoch diese verkehrte Kammli-Kreide gegen Süden hin
g auskeilt, so dass schliesslich der verkehrte Kammli-Malm direkt auf
ch zu liegen kommt, der im Grossen sich einschiebt zwischen die Scheer-
-Serien und das Kammli-Element. Bei der Vorfahrt der Kammlistock-
lle über die Griesstock-Platte kommt es zur Verschleppung ver-
ürfter Massen, die am ehesten von «südlichen Partien der Gries-
k-Decke» beziehungsweise aus dem Süden der Scheerhorn-
tte abgelöst worden sind. Diese «verschürften Massen», im besonderen
e Kreide, und die Verkehrtserie des Kammli bilden das tektonische
gende der Griesstock/Scheerhorn-Platte.

m Kammligrat zieht die Verkehrtserie des Kammlistockes in die Cla-
en-Nordwand. Auch dort lässt sich das gleiche südwärtige Aus-
en der verkehrten Kreide erkennen wie in der westlichen Basis des
mlistockes. Aber diese Kammli-Serie der Clariden-Nordwand baut nun
esfalls die ganze Nordwandflucht des Claridenstockes auf, sondern nur
n mittleren Teil, vom Kammligrat unter der einstigen Eiswand durch bis
ch des Clariden-Nordgrates, wo das ganze Paket dann über dem obersten
yannaz-Sandstein des dortigen Fensters zunächst axial ostwärts aushebt
südlich davon in feiner, zu Linsen aufgeteilter Spitze endet, vielmehr in

Schärfe erkennbar –, biegt dort spitz um das Ostende des genannten Fensters herum und mündet schliesslich nördlich des Bocktschingel in die Kreidefolge der Roten Pfaffen. Über der genannten basalen Kreide der Bocktschingel-Nordwand zieht die dünn ausgewalzte Spur des Kammli-Malms gleichfalls zum Rotnossengletscher durch, erweitert sich dann aber – durchaus ähnlich wie am Clariden-Nordgrat – rasch zu grösserer Mächtigkeit und erreicht so den Klotz des Rotnossensporns. Unter diesem Kammli-Malm des Roten Nossen aber sehen wir, wie jenseits der «Eisrinne» der Clariden-Nordwand am Kammligrat, die verkehrte Kreideserie der Kammlistock-Decke sich wieder einstellen, über der ostwärts weiter ziehenden Oberkreide/Tertiär-Serie der Roten Pfaffen. Das grosse Taveyannaz-Fenster im Nordost-Absturz des Claridenstockes, das mit einer besonderen Spitze bis an den Nordfuss des Bocktschingel reicht, wird so im Süden, Westen, Norden und Osten umschlossen von einer Kreidefolge, die überall klar unter der Verkehrtserie der Kammlistock-Decke liegt, deren tektonische Position weist sie somit in das Niveau der alten «Glarner-Decke», das heisst unserer Schilt-Elemente, auf jeden Fall in das Hangende der Griesstock-Decke.

Die gleiche Kreideserie erscheint nun aber auch im Hangenden des in der Clariden-Nordwand von Norden gegen Süden rasch ausspitzenden Kammli-Malms, in der Scholle des eigentlichen Bocktschingel und der Teufelstöcke, die auch den Gipfel des Claridenstockes aufbaut. Diese besonders an den Teufelstöcken und am Speichstock gut gliederbare Kreide wurde bisher stets als ein Glied der Kammlistock-Decke betrachtet, und weil schliesslich diese Teufelstock-Speichstock-Serie dann am Gemsfayrenjoch die Malm/Kreide-Folge des Gemsfayrenstockes, die bisher stets und einzig als eigentlicher Glarner-Decken-Rest aufgefasst wurde, klar unterteuft, kam die vermeintliche «Kammli-Kreide» der Teufelstöcke in eine tektonische Lage unter der OBERHOLZERschen «Glarner-Decke» zu liegen, so dass in diesem Zusammenhang der Schluss durchaus berechtigt schien, die Kammlistock-Decke liege in einem tieferen tektonischen Niveau als die Glarner-Decke und sei daher wie der Griesstock noch als durchaus parautochthon zu betrachten. Genau aus diesem Grunde habe ich auch noch vor wenigen Jahren im «Bau der Glarneralpen» eine rein parautochthone Stellung der Kammlistock-Decke vertreten, in Anlehnung an die erste Deutung derselben durch ARBENZ. In Wirklichkeit aber bedeutet die Teufelstock-Bocktschingel-Kreide nur ein Wiedererscheinen der tieferen Kreideserie der Clariden-Nordwand und der Roten Pfaffen, die nun über dem eingefalteten Keil des Kammli-Malms in einer etwas höheren Schubscholle derselben Kreideserie sich gewölbeartig nochmals heraushebt. Dabei liegt zwischen Teufelstock und Speichstock diese Kreide deutlich in zwei Schuppen gesondert übereinander, wobei in der tieferen der Schrattenkalk grösstenteils abgeschert, in der höheren der eigentlichen Gipfelgräte aber gut erhalten geblieben ist. Nördlich dieser Teufelstock-Kreide aber ist die Rotnossen-Serie mit dünnen Malm- und Öhrlikalk-Spänen und darunter liegender verkehrter Kreide, stellenweise bis hinab zum Seewerkalk und Tertiär, abermals

ewickelt unter dieses tektonisch tiefere Teufelstock-Ele-
t, und das erst ist die östliche Fortsetzung der berühmten Verkehrt-
en der Kammlistock-Decke. Unter dem Langfirn durch
ht dieser eingewickelte Kammli-Keil dann noch den Nordhang des
gensattels, keilt dort aber in dünner Spitze rasch aus. Der merk-
ge Kreidezug der Früttlenhörner unter dem Rotstock, der
vielleicht gleichfalls noch zum Malm der Kammlistock-Decke gehört, ist
eher das gegen Süden hin abgerissene Glied jener Scholle des Glarner-
en-Komplexes, die von der tieferen Serie des Clariden-Nordgrates und der
Pfaffen unter dem eingewickelten Kammlidecken-Keil in die Basis des
irns und den Hintergrund des Fisetenkessels zieht. Dabei redu-
sich der eben genannte Einwicklungskeil der Kammlistock-Decke vom
Nossen gegen Osten hin zu einem immer schmäleren Zuge, durchaus
rechend dem südwärtigen Ausspitzen der verkehrten Kammli-Kreide in
lariden-Nordwand.

Bocktschingel/Teufelstock-Kreideserie wird ihrerseits von der Gems-
en-Stirn als der hier höchsten Teilfalte der «Glarner-Decke» nur auf
ge Breite überstossen und die Teufelstock-Serie ist daher nur
ne etwas tiefere Digitation der Glarner-Decke des Clariden-
es aufzufassen. Die Kammlistock-Decke ist unter diese tiefere Digitation
Glarner-Decke» eingewickelt; sie endet gegen Süden in scharf zu-
ztem Keil, und unter demselben erscheint die basale Glarner Serie noch-
im Faltenstapel des Clariden-Nordgrates bis hin zur bereits

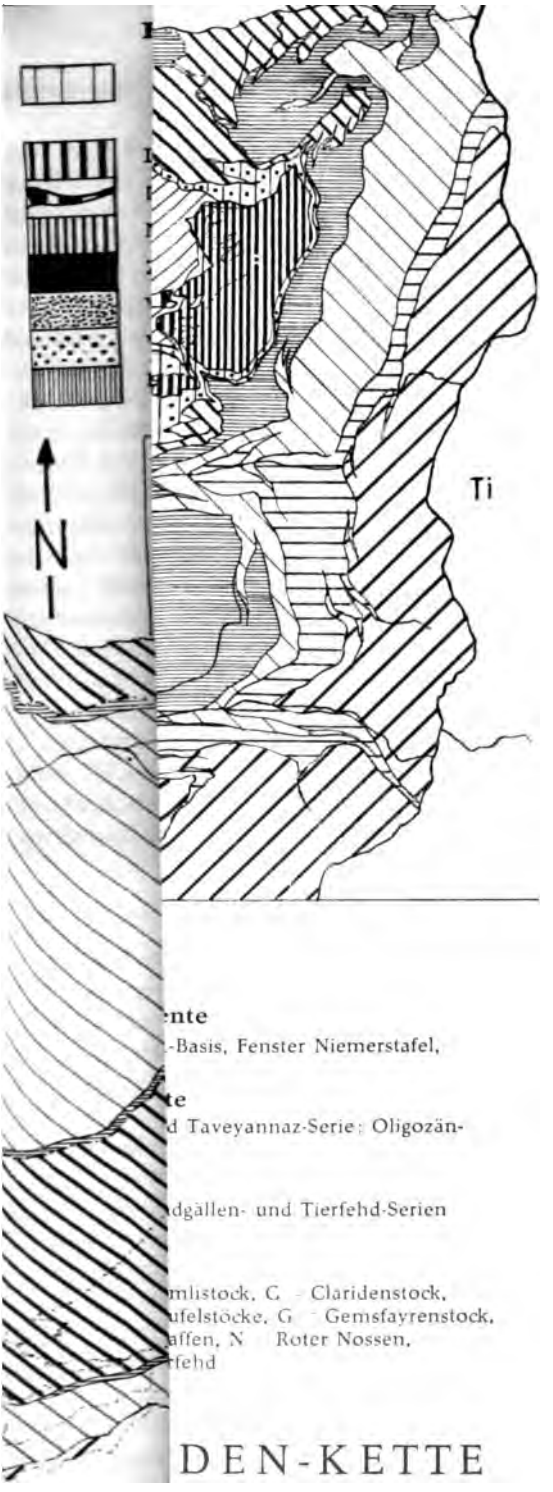
las heisst die primär westlichen Ausläufer der Schilt-Elemente von Glarus, vom Kammerstock und vom Gemsfayren her auch den Claridenstock noch erreichen: diese Schilt-Elemente bilden westlich des Gemsfayren die Teufelstock-Bocktschingelkette, die Roten Pfaffen, den Grossteil des Clariden-Nordgrates und die unteren Teile der Clariden-Nordwand an der Basis der Kammli-Serie. Unter der Kammli-Serie streicht dieses tiefere Nordwand-Element des Claridenstockes aber weiter durch und erscheint jenseits des Kammlistockes einfach wieder in der sogenannten «Griesstock-Decke» des Scheerhorns. Diese ist, worauf auch BRÜCKNER schon lange hingewiesen hat, nichts anderes als das tiefste beziehungsweise vorderste Element der Glarner-Decke, das nordwärts fast direkt dann überleitet in den frontalsten Span der ganzen helvetischen Schubmasse, das heisst in die eigentliche Griesstock-Platte. Der Gipfel des Grossen Scheerhorns scheint dabei abermals eine deutlich höhere Digitation dieser Glarner Serie der Claridenkette zu sein, die zunächst zwar wohl mit den Gipfelelementen des Claridenstockes verglichen werden könnte, in Wirklichkeit aber dennoch tektonisch etwas tiefer liegt, und die Teilstirn des Taveyannaz-Sandsteins, die so machtvoll in die Scheerhorn-Serie vorgreift, ist nichts anderes als das westliche Ebenbild des grossen Taveyannaz-Fensters zwischen Claridenstock, Roten Pfaffen und Bocktschingel, das heisst eine direkte Fortsetzung desselben.

(Siehe Tafel Abb. 3)

Damit scheint ein Weg gefunden, der geeignet ist, die verwickelte Struktur der Claridenkette weit besser zu verstehen als dies bisher möglich war. Nicht nur Griesstock- und Kammlistock-Decke beteiligen sich am Bau der Claridenkette, sondern in grossem Maßstab auch die verschiedensten Teilelemente des glarnerischen Schilt-Systems, die keineswegs mit dem Gemsfayrenstock gegen Westen hin enden. Der relativ einfachen Frontalplatte der eigentlichen Griesstock-Decke schliesst in grossartigen Faltenkaskaden vor allem die Kreideserie der Claridenkette zwischen Scheerhorn, Claridenstock und Gemsfayren sich an, aber zwischen diese Falten der südwestlichen Schilt-Decke – vielleicht wäre diese als besonderer Abschnitt derselben besser die eigentliche «Clariden-Decke» zu nennen – ist auch der Rest einer höheren helvetischen Einheit eingewickelt, die Kammlistock-Decke. Dieselbe ist heute effektiv, aber nicht mehr in dem Umfang wie einst, sondern in ihrer Verbreitung stark reduziert, bereits als ein frontales Glied des Mürtschen-Komplexes zu betrachten, aber als ein Frontalglied, das noch keineswegs auch wirklich etwa schon der klassischen Mürtschen-Decke selber entspricht. Am ehesten liegen hier wohl zurückgebliebene, unter der helvetischen Hauptüberschiebung weit im Süden steckengebliebene Überreste einer einstigen Stirn der Forrenstock-Platte vor, worauf vor allem einerseits die auffallend ausgeprägte verkehrte Lagerung am Kammli und anderseits die Präsenz der Zementsteinschichten hinweist. Rein tektonisch könnte der Kammlistock wohl auch mit der Elggis-Scholle nördlich Glarus verglichen werden, doch sind dort die Zementsteinschichten noch bei weitem nicht so entwickelt wie am Kammli.

So würden primär streichende Fortsetzungen der Schilt- und der äusseren ürtschen-Elemente, die heute beidseits des Tales von Glarus so grossartige edeutung erlangen, in der Claridenkette weit im Süden zurückgeblieben n, von allem Anfang an in ihrem generellen und ungehinderten Vormarsch hemmt und gebremst durch das diesem Vormarsch sich entgenstellende Hindernis des gerade erst neu sich regenden Aarmassivs ass aber am Aufbau im besonderen der Schilt-Elemente der Claridenkette fas sschliesslich nur die Kreide beteiligt ist, lässt eigentliche Abschen ngen dieser Kreide vom tieferen Jura und dem weiteren Untergrund ar hmen, Abscherungen, die ihrerseits gerade auch auf die eben erwähnte Be nderung des Vormarsches durch das sich regende Aarmassiv deuten: De reidemantel der westlichen Abschnitte des Schilt-Raumes konnte noc sonders vorgeschert werden, die ältere Schichtfolge abe cht mehr oder nicht mehr so weit. Und endlich lässt sich auch der ganz utige Zusammenhang zwischen den Schilt-Elementen von Glarus und jene r Claridenkette praktisch nur begreifen unter der Annahme einer grossart n «Längszerreissung», die an der mächtigen Horizontal exur der Deckenstirnen zustande kam, die heute die Schilt-Deck n Glarus über das Grosstal hinweg verbindet mit der Claridenkette.

Ein Wort bleibt heute aber noch zu sagen über die tatsächliche Stel ng der Griesstock-Decke im helvetischen System. Dieselbe kan nmehr, wie gerade die tektonischen Zusammenhänge in der westliche aridengruppe, zwischen Griesstock, Scheerhorn und Claridenstock zeige



nte
-Basis, Fenster Niemerstafel,

te
d Taveyannaz-Serie; Oligozän-

dgällen- und Tierfehd-Serien

mlistock, C Claridenstock,
ufelstöcke, G Gemsfayrenstock,
affen, N Roter Nossen,
fehd

DEN-KETTE

1 : 50000

der Ranasca-Schuppen unter der helvetischen Hauptschubfläche neu. Diese Elemente sind bekanntlich in den letzten Jahren mehr und mehr als zurückgebliebene, noch nicht weit genug nach vorn getragene, ältere Teile der Griesstock-Decke betrachtet worden, von Brückner und Trümpy bis zu Weber und mir. Der enge Zusammenhang der sicheren Griesstock-Elemente des Klausenpasses mit der glarnerischen Hauptfront in der westlichen Claridenkette und die faziellen Beziehungen zwischen Griesstock, Scheerhorn und Claridenstock legen es aber heute nahe, den Griesstock schon gleichfalls über der primären Hauptschubfläche der helvetischen Gesamtdecke einzuordnen, damit aber denselben von den Ranasca-Schuppen wieder abzutrennen. Dieselben können praktisch ebensowohl als schwer verschürfte Reste des südlichsten Calanda-Systems aufgefasst werden, vielleicht sogar als vorgeschürfte Überreste einer zwischen dem Tödi/Windgällen-Raum und den Serien der helvetischen Decke einst sich anbahnenden Schwelle mit starker Reduktion der helvetischen Schichtreihe. Eine solche Schwelle könnte angenommen werden an der heute überfahrenen Primärfront des Tavetscher Kristallins, von der aus auch die Schüttung des Sardona-Flysches erfolgen konnte. Auf diese Zusammenhänge haben wir später noch gesamthaft einzutreten (siehe S. 337ff.).

Vorderhand aber wenden wir uns den engeren Zusammenhängen im helvetischen Hauptkörper zu, die im Osten der Linth noch weitgehend erschlossen, westlich des Glarner Tales aber gleichfalls beträchtlich gestört und verschleiert worden sind.

B. Die weitere Aufgliederung der Glärnisch-Decke

Bekanntlich löst sich die helvetische Hauptschubmasse der Glarner Alpen auf in eine Reihe von Sondereinheiten, die aber seit langem immer wieder zu grösseren Komplexen zusammengefasst, verschieden gruppiert und benannt und damit auch recht verschiedenartig genetisch gedeutet wurden. Früher allgemein aufgespalten in die klassisch gewordenen Glarner-, Mürtschen-, Axen-, Säntis- und Drusberg-Decken, wurde die helvetische Hauptdecke besonders im Osten der Linth, aber auch über diese hinweg, in der Folge immer mehr vor allem in zwei grössere Grundkomplexe gegliedert: die Stirnscholle des Schilt und des Gufelstockes und die Rückenscholle der Mürtschen/Axen-Decke. Alles andere wurde irgendwie als blosses Beiwerk dieser Grundgliederung betrachtet, vor allem auch die mächtigen Kreide- und Flyschdecken der alpenrandnahen Zone, die im Prinzip alle primär der Mürtschen/Axen-Decke, das heisst dem helvetischen Hauptkörper einverleibt wurden. Denn diese Kreide- und Flyschdecken der Alpenrand-Zone sind nichts anderes als abgeschürfte Sedimentpakete aus den südlichen Rückenteilen der einen grossen Mürtschen/Axen-Decke. Sicher ist dies der Fall vom Säntis und der Churfirsten/Alviergruppe über das Wiggis-, Drusberg- und Silberengebiet bis mindestens ins hintere Muottatal, wenn nicht gar bis über den Urnersee hinaus, während von da nach Westen, zusammen mit der sogenannten Drusberg-Kreide, die aber ausserdem

noch die Fortsetzungen der Churfirsten- und Wiggis-Platte mitenthält, noch grössere Jura-Komplexe der südlichen Axendecken-Räume zu gerter Abscherung in die dortige «Drusberg-Decke» gelangten.

gjährige Beschäftigung mit dem Bau der Glarner Alpen liess mich schon ahren die klassischen Mürtschen- und Axen-Elemente zusammenfassen er eigenen Einheit, die ich später auch die «Klöntaler-Decke» nannte, nd die stirnnahen Glieder der Glärnisch-Decke weiterhin noch getrennt, sondere Schilt- und Gufelstock-Schollen, nebeneinander aufgeführt wurHeute glaube ich, wie bereits eingangs dieser Studie, Seite 292, bemerkt, beiden stirnnahen Komplexe der helvetischen Hauptschubmasse einfach e «Schilt-Elemente» zusammenfassen zu sollen. Die Schilt-Decke, e ganze Schiltgruppe im Osten von Glarus samt deren Annex in der Gufelgruppe umfasst, wäre so als das eigentliche Stirnelement der Glärnisch- zu definieren, das in sich zwar wohl weiterhin in verschiedene Teile zernd beträchtlich aufgegliedert ist, als Ganzes aber doch als eine eigene reinheit höherer Ordnung dem grossen Hauptkomplex der helvetischen masse in der Klöntaler-Decke gegenübersteht. Sowohl Schiltlöntaler Element sind heute jedoch, wie wir sehen werden, auf natürlicher scher Grundlage abermals neu zu gliedern und dabei, wie sich noch zeigen auch schärfer gegen ihre streichenden Fortsetzungen abzugrenzen (siehe vor allem S. 361 und 369ff.).

Das Stirnelement der helvetischen Hauptschubmasse in der Schilt-Decke

n der Glärnisch-Basis ob Glarus. Doch ist gerade dies immer noch näher zu ntersuchen; denn diese Stöckli-Serie zeigt nach den Untersuchungen von . SCHINDLER auch noch auffälligere Anklänge an die tektonisch weit tiefere 'orab-Serie, und der Malm des Elggis lässt sich nur schwer direkt mit dem chilt verbinden.

Eine derart weitgehende Auftrennung der Schilt-Elemente der alten OBER-OLZERschen «Glarner-Decke» mag in der an sich doch recht eng umgrenzten chiltgruppe im Gebiete östlich von Glarus vorerst vielleicht doch etwas ge-ucht oder gar überspitzt erscheinen. Die weitere Auflösung der OBERHOLZER-chen Glarner-Decke – und im besonderen der Schilt-Elemente im engeren inn – kann sich aber für das bessere Verständnis der klar vorliegenden und uffallenden Untergliederung der Schilt-Decke von Schwanden nach üden und bis in die Claridengruppe hinein als recht nutzbringend rweisen. Denn gerade im hinteren Glarner Tal erscheint die alte OBERHOLZER-che Glarner-Decke in gar keiner Weise mehr einheitlich und auch äusserlich n sich geschlossen wie am Schilt, sondern – durch besondere Vorgänge in jenem irenzgebiet gegen das Aarmassiv hin – sehr deutlich aufgelöst in recht ver-chieden gebaute und unter sich auch tektonisch verschieden hoch liegende onderglieder.

Der ganze Bau der Schiltgruppe weist ganz eindeutig auf eine mindestens enerelle streichende Fortsetzung ihrer Sonderelemente von Glarus gegen üden und Südwesten ins glarnerische Grosstal hin. Vorerst setzt der Ver-ucano-Kern der Gufelstock-Scholle in die tiefere Verrucano-Masse der glarne-ischen Freiberge fort, an seiner Aussenfront begleitet von den innersten Teilen er eigentlichen Schilt-Scholle, im Zuge der Bodenruns ob Hätzingen und in er Saasberg-Serie. Westlich der Linth bilden dann die Elemente von Nidfurn/ uchsingen und jene der Nussbühlwand ob Linthal weitere, nunmehr externer elegene Teile des glarnerischen Schilt-Komplexes. In der Claridengruppe erden zur selben helvetischen Basaleinheit gerechnet die beiden Malm/Kreide-chollen des Kammerstockes, der Malm des Rotstockes und die Gemsfayren-erie. Fraglich war vorderhand noch die Stellung der Claridenstock-Gipfelserie, nsicher bei Glarus auch die nähere Rolle der Stöckli-Scherben am Glärnisch-uss. Der grosse frontale Verrucano-Kern der Schilt-Serie schliesslich erreicht on Ennenda her oberhalb Sool vorerst sein südliches sichtbares Ende und seine eitere Fortsetzung ist abermals ungewiss. Sicher ist nur, dass dieser frontale errucano der Glärnisch-Decke im glarnerischen Hinterland praktisch nirgends ehr aufgeschlossen ist und dass er vor allem die Basis der Glärnischgruppe icht mehr erreicht. Einzig der von BRUNNSCHWEILER (*3a*) in der Roten Runs neu ntdeckte Verrucano im Kern der Bodenruns-Serie könnte vorerst als ein letz-er Rest des engeren Schiltdecken-Verrucanos der Scholle von Ennenda auf-efasst werden, doch scheint in Wirklichkeit hier weit eher schon ein Äquivalent er basalen Kernabspaltungen der grossen Gufelstock-Front im Gebiet des lechlengrates oder der Geissbach-Schuppen BRUNNSCHWEILER's vorzuliegen.

Im Schiltgebiet hangen alle diese verschiedenen Frontelemente der Glärnisch-ecke noch eng zusammen und bilden dort einen einzigen, dafür aber, gerade

ihrer besonderen Häufung um so mächtigeren Bergblock, eben den
Von Schwanden nach Süden aber nehmen die oben genannten Sonder-
ente der Schilt-Decke recht unterschiedliche Stellungen ein und wird ein
licher Zerfall, eine regelrechte Aufspaltung des Schilt-Blockes
z verschiedene und voneinander recht unabhängige Teilschollen mehr
ehr offenbar.

denruns und Saasberg entsprechen auf jeden Fall bereits in-
eren Elementen der Schiltgruppe, das heisst solchen der Gufelstock-
one und der Brand–Augsten-Mulde. Die Nussbühl-Serie ist an sich
m ehesten, wenn auch kaum ganz direkt, zu verbinden mit der Saasberg-
stellt aber doch klar ein bereits weit externeres Glied derselben dar, zu
chliesslich auch die Geisstritt-Platte der westlichen Kammer-
Scholle noch gehören kann. Demgegenüber sind die Kammerstock-
otserie und die Gemsfayren-Scholle schon deutlich tie-
Teilelemente des glarnerischen Schilt-Komplexes, die von der eigent-
Geisstritt–Nussbühl–Saasberg-Platte beträchtlich überfahren sind; und
be gilt wohl auch von der Nidfurner-Scholle, die durch ihre
sich deutlich noch eng an die Laubenwand-Serie der Schiltgruppe anzu-
sen scheint. Die genauere Stellung des Rotstockes ist noch zu überprüfen;
cht bildet dessen Malm bereits einen Zeugen der Mürtschen-Serie, der
ärts in die Kammlistock-Decke der Claridenkette überleitet. Weitere
rung dieses komplexen Baues der Schilt-Elemente im glarnerischen
land werden wohl in nächster Zeit die laufenden Untersuchungen der

Faltenpakete des Scheerhorns, der Clariden-Nordwand, der Teufelstockkette, des Gemsfayren sind die grossartigen Überreste dieses bis anhin schwer verständlichen Teildeckenbaues im Schilt-Komplex.

Das tiefste Schilt-Element scheint in der Claridengruppe die Stirnserie der östlichen Kammerstock-Scholle zu sein. Dieselbe streicht gemäss den am Kammerstock sichtbaren Stirnscharnieren von der Kammeralp scharf südwärts, sie zielt so in den Raum über dem Gemsistock zurück. Die Gemsfayren-Gipfelserie streicht aber recht klar südlich am Rotstock vorbei gegen Osten, sie kann sich so keineswegs direkt mit der Kammerstock-Stirn verbinden. Kammerstock- und Gemsfayren-Stirnen sind damit zwei getrennte Elemente der Schiltdecken-Front, sie überschneiden sich in grosser Schärfe. Die Kammerstock-Stirn zieht wahrscheinlich sogar noch südlich des genannten Gemsfayren-Grates vorbei und ist so unter Umständen selbst eine noch etwas tiefere Digitation der Schilt-Decke als der Gemsfayren-Stock; der Kammerstock-Malm könnte auch kaum den Kern der Teufelstock-Kreide bilden, die zwar ja ebenfalls tiefer als der Gemsfayren-Stock liegt. Das Kammerstock-Element wäre damit als das effektiv tiefste tektonische Glied der glarnerischen Schilt-Decke im direkten Hangenden der südlichen Griesstock-Decke zu betrachten. Dabei streicht aber die Gemsfayren-Stirn als etwas höhere Teilstirn der Schilt-Decke zunächst ostwärts schief über die abgerissene südliche Fortsetzung der Kammerstock-Scholle hinaus. Sowohl Gemsfayren- wie Kammerstock-Stirn müssen daher über dem Raum zwischen Gemsistock, oberem Walenbachtal und dem Malor sehr gewaltsame Knickungen erfahren haben, die primär wohl schon verursacht waren durch die Bremswirkung des einst vor ihnen gelegenen Aarmassivs, aber seither abermals modifiziert wurden beim weiteren Vormarsch dieser Einheiten über das Aarmassiv hinweg und endlich durch die Vorfahrt der schliesslich alle diese alten helvetischen Deckenstirnen souverän überwältigenden helvetischen Hauptmasse. Die tiefere Gemsfayren-Serie, das heisst jene der Teufelstöcke, scheint übrigens in der östlichen Claridengruppe durch die hier im weiteren Süden zurückgebliebene Kammerstock-Sonderstirn steil vor derselben eingewickelt, wie die tektonischen Details der Gemsfayren-Südwand dies andeuten; aber umgekehrt scheint dann wenig weiter nördlich gerade die Kammerstock-Scholle am Kammerstock selber von Südosten her bedrängt und längs sekundären Scherflächen zerschnitten worden zu sein durch die heute längst erodierte, durch die Vorknickung in die Elemente des Glarner Grosstales nun scharf nordostwärts abgewürgte und die Kammerstock-Scholle daher hier nun ihrerseits überwältigende streichende Fortsetzung der Gemsfayren-Stirn. Auch der Rotstock-Malm muss gegen die Linth hin nordwärts abgeknickt worden sein, doch ist dessen weitere Fortsetzung nicht mehr bekannt. Umgekehrt muss die eben erwähnte allgemeine Achsenverknickung zwischen Claridengruppe und dem Grosstal auch die Kammerstock-Westscholle des Geisstrittes und damit wahrscheinlich auch die Nussbühlwand, das heisst den heutigen Frontrand der Saasberg-Platte, noch ergriffen haben. Vielleicht ist diese Geisstritt-Platte nur ein vor-

bener Aussenposten der streichenden Fortsetzung der abgeknick-
emsfayren-Serie.
Kammerstock-Hauptstirn entspricht auf jeden Fall deutlich den tieferen
ementen der Schiltgruppe, vor allem dem Komplex der Laubenwand,
nd die Rässegg-Schuppen ob Glarus irgendwie in die Nussbühl-Front und
in die äusserste Gemsfayren-Stirn zurück zielen, und von wo sie – nach
berwindung der die Kammerstock- und Gemsfayren-Stirnen bedingenden
assiv-Widerstände – vom Kammerstock an als freie eigene Schubplatten
Basis der helvetischen Hauptmasse weit über die krass zurückgebrems-
fsten Stirnteile der Schilt-Serie vordringen können.
er Schiltgruppe scheint endlich die ganze Schilt-Serie irgendwie mulden-
eingeknickt als ganze Masse, die südwärts noch in das glarnerische
al hinein zielt. Die tieferen Teile des Schilt individualisieren sich aus
Grosstal-Einknickung, in welcher auch die Nidfurner-Scholle liegt, gegen
hin zu den besonders gebremsten Teilstirnen der Kammerstock-Scholle
er Schilt-Serie der Clariden-Nordwand und des Scheerhorns, über die
g dann die Saasberg/Nussbühl-Platte als Weiterentwicklung der Gems-
-Serie separat vorstösst.
s unter solchen Umständen ein Wunder, wenn man beim Glarner
kli immer noch sich fragen kann, was eigentlich dort an der Glärnisch-
vorliegt? Eine frontale Scherbe der Schilt-Decke, das heisst ein Rest der
Oberholzerschen Glarner-Decke, oder ein noch etwas tieferes Element?
tsache, dass die Stöckli-Serie des vorderen Glärnisch gemäss der neuen

Decke vom Rotnossen-Sporn ostwärts über den Langfirn zum Rotstock ist immer noch ein Problem, desgleichen die genauere Abfolge und primäre Aneinanderreihung der verschiedenen Schilt-Elemente der Claridenkette. Zieht der Kammlistock-Malm vom Roten Nossen an wirklich zusammen mit einer «verkehrten Kreide-Serie» unter den Langfirn hinein, als eine eigentliche Langfirn-Scholle, oder zieht nur mehr – wie unter dem Clariden-Ostgrat und dem Bocktschingel – die feine Spitze des eingewickelten Kammli-Malms in Linsen zerrissen unter dem Speichstock weiter nach Osten, und ist die Kreide-Serie unter demselben auch bereits als ein Glied der Schilt-Elemente zu deuten, bis hinüber in den Hintergrund von Fiseten und hinaus in den westlichen Kammerstock oder die verschürften Massen von Orthalden? Die Schilt-Elemente der Claridengruppe könnten sich sehr wohl prinzipiell aufteilen in zwei Hauptgruppen, den tiefsten Stirnkomplex der Kammerstock-Scholle und die darübergeschobenen Sonderelemente einer eigentlichen Clariden-Scholle, die in grossartigen Faltenkaskaden sich aufteilten in die heute übereinander gestossenen Serien der Clariden-Nordwand, der Teufelstöcke und des Gemsfayren, zwischen die der Kammli-Malm nur mehr in schmalen Zügen eingewickelt erschiene. Diese «Clariden-Schollen» bestehen mit Ausnahme der Gemsfayren-Serie praktisch nur aus Kreide, sie wären als eigentliche Abscherungsmassen aus Arealen hinter dem Kammerstock-Raum zu verstehen, die von einem dort zurückgebliebenen, heute aber längst abgetragenen interneren Malm-Abschnitt des Schilt-Komplexes abgeschält und als eigentliche tiefhelvetische Kreidedecken bis weit über die Kammerstock-Stirn vorgestossen worden wären. Die Nordfront der Claridenkette erscheint damit gleichbedeutend mit dem Absturz einer Kreidedecke aus dem interneren Rücken des Schilt-Komplexes, in dem – gewissermassen als ein interessanter Sonderzug – dann noch der Kammli-Malm als scharf eingewickelter erster Rest eines höheren tektonischen Elementes erschiene: vom Claridenstock ostwärts nur als dünner Span, von da gegen Westen aber sich immer mächtiger erweiternd zur imposanten Masse des Kammlistockes. Nur weitere Beobachtungen aber werden zeigen, ob und inwieweit diese Vorstellungen der konkreten Wirklichkeit entsprechen.

Mit diesen letzten Bemerkungen seien unsere Betrachtungen über die so mannigfaltige Frontzone der helvetischen Decke der Glarner Alpen abgeschlossen und können wir daran gehen, nun auch den grossen Hauptkörper derselben einem abermals besseren Verständnis zuzuführen. Diese Hauptmasse der Glärnisch-Decke bildet die Mürtschen/Axen- oder die Klöntaler-Decke.

2. Der helvetische Hauptkörper in der Mürtschen/Axen- beziehungsweise der Klöntaler-Decke der Glarner Alpen

Die Schilt-Elemente der alten Stirnzone der Glärnisch-Decke, zu denen neben der eigentlichen «Schilt-Scholle», als ein interneres Glied derselben, nun auch

die HELBLINGsche «Gufelstock-Scholle» zwischen Murg, dem vorderen Sernf und dem Durnachtal – gewissermassen als etwas höhere Rückenschuppe d alten «Glarner-Decke» OBERHOLZER's – gehört, werden, von der eben genannt südwestlichen Grenzlinie der Gufelstock-Scholle an, in mächtiger Schubpla überfahren vom Hauptkörper der helvetischen Decke der Glarner Alpen, d Mürtschen/Axen-Decke. Von der genannten Linie an legt sich d helvetische Hauptkörper in Form der alten klassischen «Nappe du Mürtsch stock» JEAN BOUSSAC's über eine Breite von 12 bis 15 km über die frontal Schilt-Elemente hinweg, bis an eine primäre Mürtschen-«Stirn», die im gro vom Untergrund der Churfirsten nördlich Betlis über höchstens Näfels geg den Klöntalersee hin zieht. Sicher liegt das Ende der Wagetenkette bei Ob urnen schon weit ausserhalb der genannten Frontlinie der Mürtschen-Decke die dieses helvetische Frontalelement des Alpenrandes zwar noch in seine Tektonik zu beeinflussen vermochte, durch deutliche Brüche, Knickungen un sogar transversale Verschiebungen, jedoch dasselbe bestimmt nicht mehr überschritt.

Am Klöntalersee taucht diese Mürtschen-Stirn mit der Herberig-Serie axial unter die vorgeschobenen höheren Rückenteile der grossen Mürtschen/Axen-Grundeinheit, das heisst unter die weiteren Sekundärstirnen derselben am Deyenstock. Diese «höheren Rückenteile» der Mürtschen-Decke tragen jedoch bereits vom östlichen Murgtal an den praktisch bis dahin fehlenden, gerade darum aber hier um so auffälligeren Lias der Glarner Alpen, der seit mehr als 50 Jahren mit Recht als ein eigentliches Hauptcharakteristikum der sogenannten Axen-Decke gilt. Mürtschen- und Axen-Decke sind daher, auf jeden Fall im ganzen Osten der Linth, nur als zwei direkt aneinander anschliessende, auch durch fazielle Übergänge noch enger miteinander verbundene verschiedene Teile einer einzigen grossen Einheit, eben des helvetischen Hauptkörpers zu betrachten, den ich vor wenigen Jahren, gemäss der zentralen Lage des Klöntals zu diesen beiden Elementen, eben die Klöntaler-Decke genannt habe. Wir werden im Verlauf unserer Untersuchung aber sehen, dass die Beziehungen der genannten beiden Teilelemente des helvetischen Hauptkörpers über die Linth-Linie hinweg nach genauerer Analyse sich abermals klarer herauskristallisieren und schliesslich auch genetisch noch besser verständlich werden (siehe S. 360 und 366ff.).

Die Stirn dieses helvetischen Hauptkörpers zieht, als die Stirn der Mürtschen-Decke s. str., nach ihrem Untertauchen am Klöntalersee, angedeutet durch das auffällige, direkt flexurartige Absinken der Glärnisch-Achsen im Rossmattertal, dank welchem die am hinteren Glärnisch noch hochliegenden Reste der Silberen- und der Bächistock-Decke in den Ostfuss der Silberen-Masse hinabsinken, wohl unter dem westlichen Glärnisch zurück bis unter die südliche Basis der Silberen weiter dem Westen zu zum Urnersee. Sie ist erst nochmals klarer aufgeschlossen am Westende der Urirotstockgruppe, im Engelbergertal südöstlich Grafenort. Im ganzen Abschnitt zwischen dem vorderen Klöntal aber und dem Engelbergertal ist diese eigentliche Stirn der helvetischen

Hauptmasse scharf überstossen und völlig überfahren worden von den rückwärtigen Teilen derselben, in der Axen-Decke des Glärnisch und der Zentralschweiz, die hier nun nicht mehr nur mit ihren vordersten, frontalen Teilen, das heisst mit der klassischen Axen-Stirn zwischen Deyenstock, dem Urnersee und dem Schoneggpass, sondern auch noch mit primär weit interner gelegenen Teilen ihres weiteren Rückens, vorgeschert in die Wiggis/Drusberg-Kreidedecken, das Mürtschen-Element überschiebt. Die zusammenhängende Axen-Decke überschiebt, primär als ganz direktes Rückenelement des Mürtschen, die eigentliche Mürtschen-Scholle zwischen Deyen-Front und Luchsingen noch auf abermals fast 10 km Breite; doch nimmt von da sowohl gegen Westen wie gegen Osten hin die Schubweite des Axen-Elementes dann deutlich ab. Gegen Osten zu äussert sich der weitere Zusammenschub besonders im Inneren der Axen-Decke, in den Malm/Dogger-Schollen der Gonzenzone zwischen Walenstadt und Sargans, gegen Westen hin reduziert sich die Schubweite der Axen-Decke gegenüber dem frontaleren Mürtschen-Element bis zum Urnersee sichtlich bis auf knapp 3 km. Doch wird es nun für die präzisere Beurteilung der näheren Zusammenhänge in der helvetischen Hauptmasse nötig sein, auch deren Einzelbestandteile erneut und noch einmal einer näheren Überprüfung zu unterziehen. Wie weit lassen sichere Mürtschen-Elemente sich unter der Axen-Decke noch erkennen, wie endet der eigentliche Mürtschen-Komplex gegen die Wurzeln hin, und was gehört mit aller Sicherheit zu den als Axen-Decke zusammengefassten primären Rückenteilen der grossen helvetischen Hauptmasse?

Eine bessere Einsicht ist hier nur möglich, wenn es gelingt, den Mürtschen-Komplex an sich noch schärfer zu erfassen. Was gehört im Grunde zu dieser Mürtschen-Einheit s. str. der Glarner Alpen? Da zeigt sich heute folgendes:

Die wirkliche Mürtschen-Decke ist keineswegs nur auf die relativ einfache und in sich wohlgeschlossene, wenn intern auch noch mehr oder minder zusammengestaute Platte dessen beschränkt, was in den Glarner Alpen seit Oberholzer zu seiner «Mürtschen-Decke» gezählt worden ist, sondern die Mürtschen-Decke der Glarner Alpen zerfällt auch ihrerseits deutlich in eine Reihe von Teilschollen zum Teil ganz verschiedenen Charakters, die auch mit ihren interneren Abschnitten noch alle unter den rückwärtigen Massen der helvetischen Hauptdecke, das heisst unter dem eigentlichen Axen-System gelegen sind. Zur Mürtschen-Decke der Glarner Alpen gehören schliesslich alle jene verschiedenen tektonischen Elemente, die über dem helvetischen Frontkomplex der Schilt-Decke und unter dem System der alten Axen-Decke und deren Annexen in den Kreidedecken der Alpenrandzone liegen. Das sind beidseits der Linth, kurz aufgezählt:

1. die Elggis-Scholle,
2. die Forrenstock-Platte mit dem Verrucano von Guppen,
3. die Platte der eigentlichen Mürtschen-Scholle, und wahrscheinlich

Braunwalder Zwischendecke an der Basis der Axen-Decke des Glärnisch
d des Klausen.

der Basis dieses «Mürtschen-Komplexes» neuer Prägung werden Ele-
e der Gufelstock-Scholle unter der Vorfahrt der Mürtschen-
nte vorgeschleppt, in der «Schlafstein-Scholle» des Schiltgebietes und im
annten «oberen Lochseitenkalk» zwischen dem Spanneggsee, Glarus, Nid-
Luchsingen und vielleicht dem Klausengebiet. An der Basis des Axen-
lexes aber wird dieses Mürtschen-System in sich weiter aufge-
t in die oben genannten Schollen, von denen auch eigene Kreidereste noch
den Alpenrand vorgeschürft worden sind, vor allem in der Flifalte bei
n und vielleicht auch im Aubriggebiet.

einzelnen lässt sich folgendes erkennen (siehe auch Photo III):

Elggis-Scholle zeigt als durchaus auffallendes Merkmal eine un-
lhaft verkehrte Serie vom Malm des Elggis und von Otschlag über an sich
mächtige Kreide bis zum Tertiär der östlichen Umrandung des Netstaler
fensters am Krähenberg.

Forrenstock-Platte des Glärnisch ist von der Hauptmasse
larnerischen Mürtschen-Decke, das heisst der «Mürtschen-Scholle» des
gis, des Fronalpstockes und des eigentlichen Mürtschen-
etes klar getrennt. Die Dogger/Malm/Kreide-Serie der «Mürt-
-Scholle» im engeren Sinne, das heisst die Mürtschen-Serie des Wiggis,
rschiebt mit einer von SCHINDLER vor wenigen Jahren über dem

ganze Elggis-Scholle, samt deren Malm, über dem Flysch der Schilt-Scholle deutlich verkehrte Lagerung zeigt: der Elggis ist damit gegenüber der Schilt-Decke ein höheres tektonisches Element, er liegt quasi eingelassen in eine grosse Mulde zwischen dem Malm des Krähenberges und der geschlossenen Serie des Schilt. Wohl lässt sich eine gewisse Aufbuckelung des Elggis-Komplexes selber erkennen, aber was im Grundkopf in der Mürtschen-Basis effektiv erscheint, ist nicht die Elggis-Serie, die ja verkehrte Lagerung zeigt, sondern ein durchaus aufrechtes Malmprofil, das weitaus am ehesten der Forrenstock-Platte entspricht, selbst wenn über dem dortigen Korallenkalk die ganze jüngere Schichtreihe durch Abscherung an der wirklichen Mürtschen-Basis verschwunden ist. Ich halte daher die Auffassung auch weiterhin für begründet, dass die Forrenstock-Platte des Glärnisch eine tiefere Scholle sei als die eigentliche Mürtschen-Serie, betrachte aber die Frage für rein akademisch, ob hier bereits ein interneres Gufelstock-Element oder einfach eine Basalschuppe der Mürtschen-Decke vorliegt. Für die engeren Zusammenhänge der Mürtschen-Serie des Wiggis mit den Axen-Elementen des Glärnisch bleibt die konkrete Position der Forrenstock-Platte aber ohne Bedeutung, weil vor allem die Kreide-Entwicklung im südlichen Wiggis-Unterbau sich regelrecht und eng anlehnt an den Nordteil der Axen-Decke im Deyenstock und selbst am Glärnisch. Wir kommen auf diese Dinge nochmals zurück (S. 349 und 368).

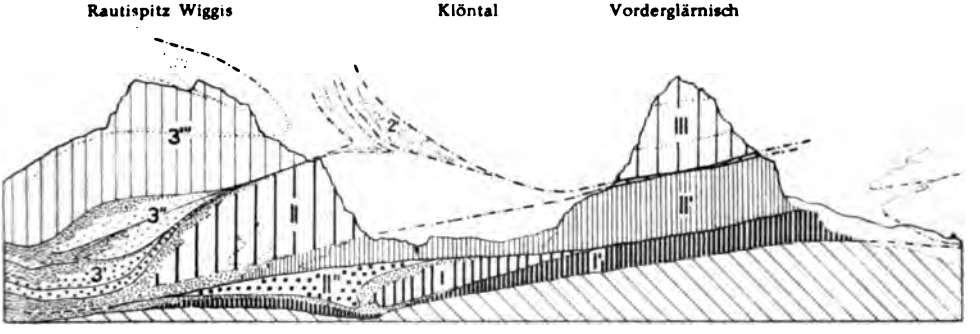


Abb. 4 **Der tektonische Zusammenhang zwischen Glärnisch- und Wiggisgruppe**

Axen-Elemente: 3''' = Wiggis-Decke, 3'' = Säntis-Decke,
3' = Bächistock-Decke, III = Axen-Kernmasse

Mürtschen-Elemente: 2' = Basale Deyen-Serie,
II = Mürtschen-Serie der Büttenenwand,
II' = Forrenstock-Platte, II'' = Elggis-Scholle

Schilt-Elemente: I = Schilt-Masse, I' = Stöckli-Serie der Griesstock-Decke

Feine Punkte = Flyschfüllung zwischen helvetischen Elementen; Schrägschraffen = basales Gebirge und Wildflysch.

Der obige Querschnitt bezieht sich auf das Oberholzersche Profil 9 in Lit. Nr. 14.

Der Verrucano von Guppen als die weiter südlich einsetzende ältere Basis der Forrenstock-Platte gehört dieser selben Untereinheit des Mürtschen-Systems an; doch lässt sich über derselben südlich von Guppen bekanntlich auch noch eine höhere Abspaltung des Guppen-Verrucano erkennen, die, durch Triasspäne von der Hauptmasse des wirklichen Guppen-Verrucano getrennt, nur noch kümmerliche Reste einer höheren Dogger/Malm-Serie trägt. C. SCHINDLER hat in seiner ausgezeichneten Glärnisch-Studie diese an sich – wenn auch nicht in ihrem Detail – altbekannten Elemente südlich der Forrenstock-Platte nach den Dohlenbergen ob Nidfurn die Dohlen-Serie genannt und dieselbe in zwei Teile geschieden. Die «untere» Dohlen-Serie ist die Verrucano-Basis der Forrenstock-Platte, die «obere» der Überrest einer höheren Einheit, die [illegible] dem Verrucano-Rest nur noch Dogger und unteren Malm aufweist, dann [illegible]r unmittelbar vom Lias der geschlossenen Axen-Decke [illegible]rfahren wird. Diese obere Dohlen-Serie kann an sich als ein a[illegible] verschürfter und ausgewalzter Überrest der eigentlichen Mürtschen Scholle im Norden des Klöntals angesehen werden, er kann ab[illegible] einfach auch nur südlich an die Forrenstock-Platte angeschlossen sein. SCHI[illegible]DLER hat diese Auftrennung erstmals schärfer erkannt, dieselbe von Guppe[illegible]is knapp vor Luchsingen verfolgt und ihre primäre Anlage auf alte Bru[illegible]he und aus denselben hervorgehende listrische Flächen zurückgeführt. Auf die weitere Ausgestaltung dieser Bruchzone geht aber o[illegible]ne Zweifel die eigentliche Aufschiebung der Axen-Decke und der Deyenstock-Elemente über die Mürtschen-Serien zurück.

In ähnlicher Lage wie diese kümmerlichen, etwas höheren Mürtschen-Überreste in der Basis des Glärnisch-Lias, das heisst unter der Axen-Decke dieses Gebietes, stellt schliesslich die «Braunwalder Zwischendecke» OBERHOLZER's sich ein, die bisher als blosse «Basalschuppe» der Axen-Decke von rein lokaler Bedeutung betrachtet wurde.

Alle eben genannten Elemente, vom Elggis über den Forrenstock bis in die Mürtschen-Platte, liegen über den verschiedenen Schollen der Schilt-Decke und unter oder vor den Massen der Axen-Decke. Sie alle lassen sich so recht wohl zu einer grösseren Einheit zusammenfügen, die wir neu die eigentliche Mürtschen-Decke oder das «Mürtschen-Element» der Glarner Alpen nennen wollen.

Die Vorstellung, dass irgendwann im Verlaufe der langsamen Vorfahrt der helvetischen Hauptschubmasse über die gleichfalls erst sich langsam entwickelnden Sonderabschnitte des Aarmassivs deren Front an einem vorgelagerten Hindernis sich besonders staute und dafür dann in deren [illegible] neue Sonderwelle sich bildete, ist auf jeden Fall erlaubt [illegible] jeden Alpengeologen durchaus verständlich erscheinen. Ein ers[illegible] der Widerstand, der sich dem allgemeinen Vormarsch der hel[illegible] decke entgegensetzte, brachte die primären Fronten für länge[illegible] doch nur vorübergehend, zum Stillstand, hinter dem Aa[illegible] lage der Decken des Clariden-Systems, neben de[illegible]

jener der eigentlichen Schilt-Decke. Die grosse helvetische Hauptmasse aber drängte auch nach diesem Steckenbleiben ihrer äusseren Fronten noch nach und bildete hinter denselben bald eine neue und besondere zweite Schubfront heraus: der helvetische Hauptkörper begann sich gesondert vorzuschieben an einer eigenen Front, der Stirnanlage des werdenden Mürtschen-Komplexes. Die Mürtschen/Axen-Einheit kam damit gesondert in Gang und überschob als interne Schubplatte die alten Glärnisch-Fronten in der zurückgebremsten Schilt-Decke. Nach einer gewissen Zeit jedoch wiederholte sich derselbe Vorgang in einem abermals interneren Abschnitt der helvetischen Hauptdecke: Der nunmehrige Frontteil der Mürtschen/Axen-Masse wurde ein weiteres Mal in seinem ungehemmten Vormarsch behindert, blieb zurück und schliesslich stekken, er wurde daher längs der bereits seit dem Lias und Dogger bestehenden internen Schwächezone der Dohlenbrüche seinerseits abermals überholt, mehr und mehr überstossen und westlich der Linth schliesslich völlig zugedeckt von den immer noch nachdrängenden hinteren, abermals interneren Teilen derselben Einheit, in Form der nunmehrigen Axen-Decke. Und als auch die Axen-Decke selber dann immer mehr in ihrem Vormarsch ins Stocken kam, lösten sich endlich sogar die hinteren Teile auch dieser Axen-Decke und wurden in Form der helvetischen Kreidedecken von derselben abgeschert, ja unter dem vordringenden Block der ostalpinen Decken bis zum Alpenrand gebracht.

Der Vorgang des Steckenbleibens der grossen helvetischen Gesamtschubmasse hinter irgendwelchen bereits vorhandenen oder neu sich bildenden oder in der Tiefe sich weiter entwickelnden Hindernissen im damaligen Vorland der helvetischen Gesamtdecke wiederholt sich so immer wieder. Zunächst bleibt die primäre Front der helvetischen Gesamtmasse im Westen der Linth-Linie stecken und wird dort in Form der späteren Clariden-Decken von der helvetischen Hauptmasse weit überfahren. Dann löst sich im Hinterland der östlich der Linth weiter vorgestossenen Front der helvetischen Hauptmasse in der Schilt-Decke die grosse Mürtschen/Axen-Decke als zunächst geschlossene Einheit von der alten Glärnisch-Frontzone der Schilt-Decke ab, und schliesslich werden infolge weiterer Bremsung auch der Mürtschen/Axen-Decke sogar deren nunmehrigen Fronten in den Mürtschen-Elementen von den weiter nachrückenden, abermals deutlich interneren Massen der Axen-Decke noch überholt.

Die grossen Hauptschnitte innerhalb der helvetischen Gesamtdecke aber bilden sich zwischen Clariden-System und Glärnisch-Decke im Westen der Linth, östlich derselben innerhalb der letzteren zwischen Schilt- und Mürtschen/Axen-Element. Um 25 km und mehr überstösst schliesslich die Mürtschen-Front der nunmehrigen helvetischen Hauptdecke die alten helveti-

Grundfronten im Clariden-System, um 12 bis 15 km überflügelt die spä-
Mürtschen-Front die Schilt-Elemente im Osten der Linth. Mit der
tschen-Front leitete ein neuerliches und heftiges
rängen der helvetischen Massen sich ein, und wir haben
Grund zu der Annahme, dass, ähnlich wie übrigens auch bei der älteren
der Schilt-Decke, sich dabei primär eine mächtige, in sich wohl bereits kom-
Staufalte bildete, ja in der Folge sogar ein ganzes Stirnfalten-
del von recht beträchtlichem Umfang, das wohl in seiner Lage und prä-
n Herausbildung nach der tektonischen Bereitwilligkeit des
eren Untergrundes zu einem solchen Vorgang sich richtete. Nicht
st löste dieser «Stirn-Embryo» einer Mürtschen/Axen-Masse von den
len helvetischen Abschnitten sich ab gerade im Grenzgebiet zwi-
n schiefrigem und konglomeratischem Verrucano
arnerischen Deckenkerns, wobei neben der internen Aufgliederung des
er Verrucano in verschiedene stratigraphische Horizonte und verschieden
mengesetzte Faziesgebiete wohl sicher auch die Lage der in diese Verru-
Masse bereits im älteren Perm eingeschalteten Eruptiva eine Rolle
.

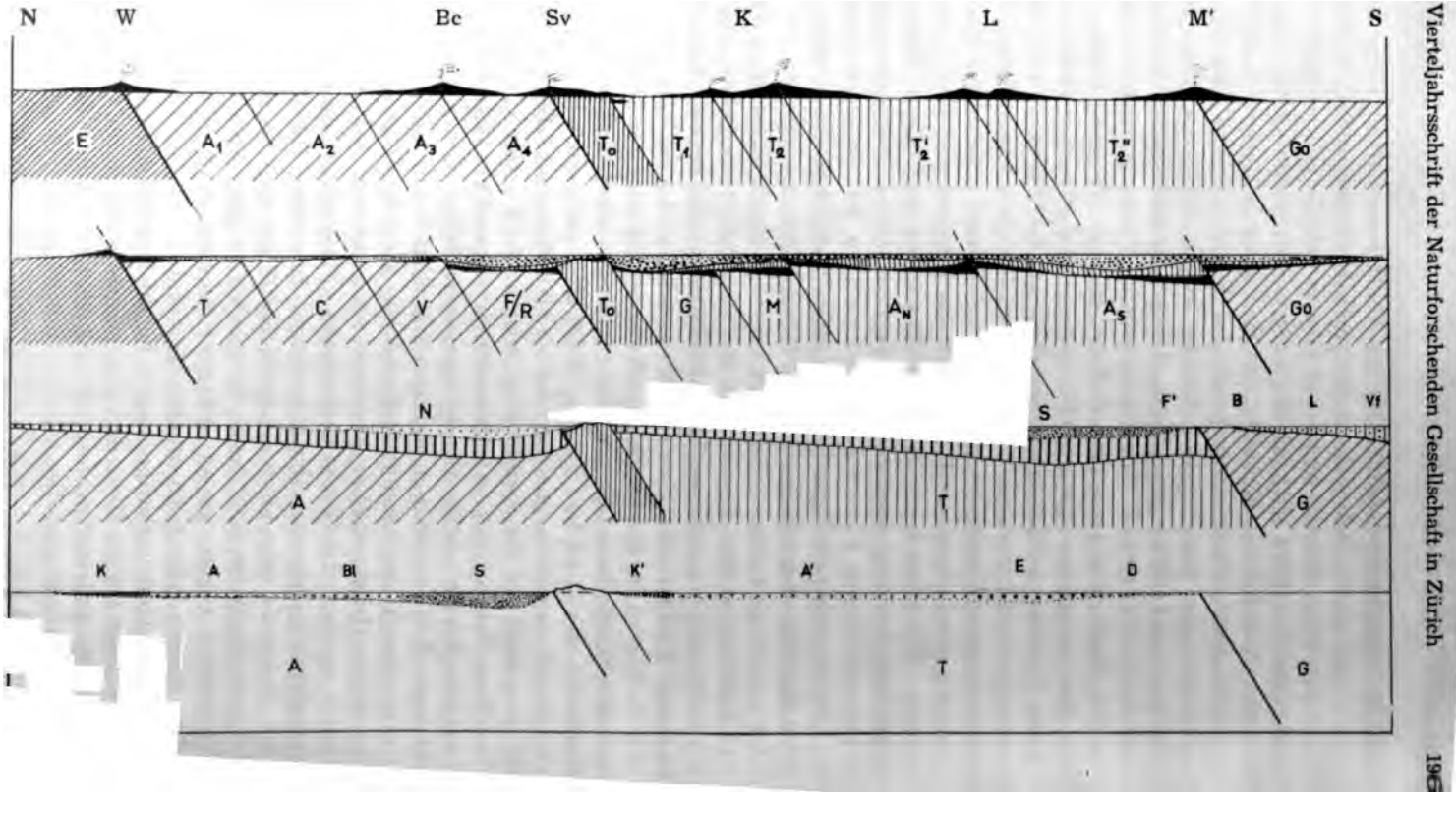
scheint verlockend, auf diese schon seit dem Perm sich ab-
hnenden Zusammenhänge weiter einzugehen und mit den-
heute die helvetische Deckenaufgliederung sogar näher zu begrün-
Im grossen zerfällt die Glarner Verrucano-Masse bekannt-
drei Sondergebiete mit untereinander sehr verschiedener Entwicklung:
Nordteil der Glarner Verrucano-Massen baut sich praktisch fast aus-

rucano ganz besonders mächtig zur Ablagerung kamen. In die Basis des Verrucano-Blockes schalten sich im Kärpfgebiet die schon Escher bekannten Valorcine-Gesteine, die wir heute auf Grund von Calamitenfunden von Arnold Escher und Amstutz wirklich als Karbon betrachten dürfen, und weiter südlich sogar noch älteres Kristallin, zu dem unter anderem vielleicht auch noch die berühmten «Plagioklasgneisse» des Segnesgebietes gehören. Die neuen Untersuchungen der Zürcher Schule, im Grunde genommen angeregt seit 30 Jahren, von L. Wyssling glänzend begonnen und später weitergeführt durch Amstutz, R. Trümpy, C. Schindler und W. Fisch, werden dereinst hier noch klareren Einblick in diese alten Anlagen bringen. Tatsache bleibt aber in jedem Falle, dass eine erste wichtige tektonische Ablösung innerhalb der Verrucano-Massen sich anbahnte im leichterverscherbaren Grenzgebiet zwischen dem starren Block des Sernifites und der durch seine Eruptivdecken schon weitgehend mechanisch aufgelösten – und sogar noch marine Reste führenden – Collio-Serie im heutigen Mürtschen/Axen-Verrucano. Dass dieser sich dann schliesslich abermals weiter aufspalten musste im Grenzgebiet gegen den wieder einheitlicheren Ilanzer Verrucano hin, ist mechanisch nur natürlich. Die umstehende Figur 5, S. 322, mag diese Dinge etwas näher illustrieren.

Was geschah aber auf diesen alten Grundlagen nun weiter?

Der «schiefrige Verrucano» begann, samt seiner Last helvetischer Sedimente, dem Sernifit und der darüber liegenden externeren Schichtreihe sich aufzuschieben: Es begann damit der Vormarsch einer eigenen Mürtschen/Axen-Decke über das alte frontale Sernifitgebiet und seine Bedeckung, das heisst die Schilt-Serie. An der Stirn dieser neuen Einheit kam es vorerst zu besonderer Faltenbildung, dabei aber auch zur wenigstens lokalen Bildung in sich geschlossener verkehrter Serien. Solche Verkehrtserien blieben jedoch auf die unmittelbare Nähe der vorwandernden Mürtschen-Stirn beschränkt, es entstanden an deren Front kleinere «Einrollungen verkehrter Serien» unter die vorwandernde Stirn; Einrollungen durchaus lokaler Art, wie sie auch an ungezählten Stellen in anderen tektonischen Abschnitten der Alpen bezeugt sind und wie sie in den Glarner Alpen besonders schön in den Helblingschen Aufrissen etwa aus dem Alviergebiet dokumentiert werden. Die neue Deckenstirn selber mag, unter Umständen schon durch ältere Embryonalanlagen bedingt – besondere Heraushebung als geantiklinale Schwelle oder als längs vielleicht schon weit älteren Brüchen herausgehobener Keilhorst – in ihrem Schichtbestand gegenüber den Nachbargebieten vielleicht bereits etwas reduziert worden sein; sie gliederte sich durch weitere Falten bald noch stärker auf und differenzierte sich damit recht kräftig vom vorläufig noch ruhig bleibenden weiteren Hinterland der werdenden Decke. Beim daraufhin einsetzenden, wohl bruchartig und daher recht unvermittelt sich auslösenden endlichen Vorstoss der Mürtschen-Masse aber wurde nun die primäre Stirnanlage derselben von weiteren Scherflächen durchschnitten; die tieferen Elemente dieser

Abb. 5 **Die Entwicklung der helvetischen Absatzräume vom Perm über Oberkreide zum Alttertiär**



Legende zu Abbildung 5

chnitt 1 und 2 (Perm)

1. Aarmassiv-Elemente	Absatzraum für:
E Erstfelder Massiv	Titlis/Tierfehd-Serie (Ti)
W Windgällen-Vulkan	
A_1 Nordzone	Tödi-Serie (T)
A_2 Mittelzone	Calanda-Serie (C)
A_3 Südzone	Tschepp/Vorab-Serie (V)
Bc Barcuns-Vulkan (nach Barcuns in Val Rusein)	
A_4 Grenzzone	Felsberger/Ranasca-Serie (F-R)
Sv Somvixer Vulkan	
2. Tavetscher Elemente	
T_0 Tavetscher Frontzone	Subhelvetische Schwelle, hinter Sardona-Flysch
T_1 Vordere Rückenzone	Griesstock–Clariden/Schilt-Serien (G)
K Kärpf-Vulkan	
T_2 Mittlere Rückenzone$_1$	Elggis–Forrenstock–Mürtschen (M)
T_2' Mittlere Rückenzone$_2$	Axen-Serie N, A_N (mit Säntis/Silberen-Serien)
L Laaxer Vulkan	
T_2'' Hintere Rückenzone	Axen-Serie S, A_S (mit Wiggis/Drusberg-Serie und Fläscherberg [F'])
M' Muraun-Vulkan	
3. Gotthard-Elemente	
Go Gotthard decken-Front	Bonvin-Serie (B), Laubhorn (L), Vorarlberger Flysch (Vf)
Schnitt 2	
Gröbere und feinere Punkte	Sernifit-Fazies und Ilanzer Verrucano des Grödener Niveaus (Ober-Rotliegendes)
Vertikalschraffen	Kärpf/Collio-Serie (Unter-Rotliegendes)
Schwarz	Eruptivformation (Basis Rotliegendes)
Schnitt 3 (Senon)	
Punkte weit	Nördlicher Amdener/Wang-Trog, subhelvetisch (N)
Punkte eng	Südlicher Amdener/Wang-Trog, südhelvetisch (S)
Schraffur weit	Vorsenones helvetisches Mesozoikum
Schraffur weit, mit Punkten	Gotthard-Mesozoikum (Bonvin/Laubhorn)
Schnitt 4 (Tertiär)	
K Autochthone Kalkfazies	K' Griesstock-Kalkfazies
A Assilinengrünsand Nord	A' Mürtschen-Fazies (Assilinen)
B Blattengrat-Raum	E Einsiedler Raum
Sa Sardonaflysch-Raum	D Drusberg-Schwelle
In Schnitt 3 und 4	
A Aarmassiv-Raum	
T Tavetscher-Raum	
G Gotthard-Raum	

Mürtschen-Stirn blieben, bereits etwas unter dieselbe eingerollt, in ver-
ter Lagerung zurück und wurden weiter verwalzt durch die
er vorwandernde Hauptmasse; mittlere Teile der nicht nur
n Deckenstirn wurden vorgeschert über die tieferen Ver-
tserien, und schliesslich schoben die stratigraphisch normal gelager-
gentlichen Rückenteile der primären Mürtschen-Anlage sich
die vorgenannten Stirnelemente hinweg:
alte, etwas unter die sich weiter verstärkende Mürtschen-Stirnanlage ein-
e Verkehrtserie wurde begraben und liegt heute weit hinter
ten Front und unter der nachstossenden Rückenmasse, in Form der so
würdig erschienenen, lange rätselvoll gebliebenen Elggis-Scholle.
lieselbe stiess der eigentliche Stirn- und vorderste Rücken-
der Mürtschen-Anlage vor, mit der Forrenstock-Scholle und
Guppen-Verrucano, und schliesslich überholte die nun-
ge Mürtschen-Scholle der Wiggis-Basis und des Mürtschenge-
das frontalere Element des Forrenstockes auch ihrerseits. Beim Vorschub
ürtschen-Scholle wurde die basale Forrenstock-Serie schwer verwalzt zu
usgesprochenen Linse, sie endet gegen Norden wie gegen Süden in dün-
itze. Beim bald einsetzenden Vormarsch der Axen-Massen über das
gende Mürtschen-System aber wurden auch die südlichen Teile der eigent-
Mürtschen-Scholle noch weiter verwalzt und erreichen daher –
lie obere Dohlen-Serie – nur mehr in dünnen Spitzen die
d um Luchsingen. Unter diesen Umständen kann aber sehr wohl der Lias
aunwalder-Zwischendecke Oberholzer's schon den Einsatz des Lias in der
nsten Mürtschen-Scholle bedeuten; wir kommen auf diesen Zusammen-
päter noch zurück, denn er ergibt sich erst deutlicher aus den weiteren
nten in den Bau der westlichen Deckengebiete zwischen Uri und Engel-

vorerst der Dogger und dann der Malm, und am Klöntalersee schliesslich sogar erst die Kreide. An ihrem extremen Innenrand, das heisst zwischen Walenstadt, Sexmoor und der südlichen Glärnischgruppe, endet aber das Mesozoikum der Mürtschen-Scholle gleichfalls in spitzem Keile: die gesamte Mürtschen-Serie wird dort ausgewalzt und von da alpenauswärts scharf verschert. Von der Glärnischgruppe aus gesehen scheint es zunächst natürlich anzunehmen, diese Verscherung der Mürtschen-Decke sei in erster Linie bedingt worden durch die besonders nach dem Aarmassiv-Aufstieg verstärkte Vorfahrt der Axen-Decke im Gefolge von Gleitvorgängen, die vom nunmehrigen Aarmassiv-Hochgebiet aus das nötige Gefälle gegen Norden hin fanden. Es ist aber zu beachten, dass auch die Mürtschen-Scholle von Quinten, weit abseits von jeglicher Aarmassiv-Hochzone, in der Gegend um Walenstadt und Flums sich dennoch gleichfalls vorerst stark reduziert und schliesslich wohl überhaupt auskeilt; denn über den Lias von Berschis legen sich praktisch bereits die Dogger/Malm-Folgen der Alvier-Basis als sichere östliche Vertreter der eigentlichen Axen-Decke des Glärnisch. Die Mürtschen-Scholle scheint damit in ihrem ganzen heute bekannten Bereich zwischen Seeztal und Braunwald an ihrem wurzelwärtigen Rande auszukeilen, überall schwer verschert durch die darüber hinweg gegangenen interneren Massen der Axen-Decke. Es wird darum von Interesse sein, was für weitere Gründe für diese grossartigen Verscherungen in der helvetischen Hauptdecke namhaft gemacht werden können und auch, wie diese Dinge sodann in der streichenden Fortsetzung der Mürtschen-Scholle gegen Westen hin sich entwickelten, das heisst im eigentlichen Bereich des Aarmassivs, in der einstigen Südabdachung desselben.

Die Forrenstock-Platte liegt heute – samt deren Basis im Verrucano von Guppen – als ein eigenes tektonisches Sonderelement unter der Mürtschen-Scholle, wie schon die Verbände zwischen Vorderglärnisch, Klöntal und der Wiggis-Basis am Grundkopf dies seit langem vermuten liessen. Das sogenannte Mürtschen-Element des Glärnisch – in der Forrenstock-Serie – entspricht somit nicht der eigentlichen Mürtschen-Serie des Mürtschengebietes und des Wiggis-Unterbaues, sondern ist nur als eine am Glärnisch besonders mächtige Basal-Scholle derselben aufzufassen: vom Grundkopf ob Netstal bis hinein nach Luchsingen. Das jüngste Element dieser Forrenstock-Platte ist das Tertiär und der Seewerkalk, die beide unter der Überschiebung der Herberiger Mürtschen-Kreide am vorderen Klöntalersee erscheinen. Zwischen jener Stelle und der Schlattalp südlich des Klöntalersees, Baumgarten und der Guppenruns muss die gesamte Kreide der Forrenstock-Platte bis auf den Öhrlikalk hinab schief durchschert und deren interne Fortsetzung scharf ausgeschürft worden sein; sie mag ausserhalb der Mürtschen-Front irgendwo unter der Axen-Decke oder mehr noch unter den von derselben abgescherten Kreide-Serien der Wiggisgruppe begraben liegen. Möglicherweise läge hier ein Herkunftsort für die Kreide der beiden Aubrige zur Verfügung, die so ausgerechnet vor dem betreffenden Forrenstock-Abschnitt ob Glarus liegen und in ihrer Fazies von der um volle zwei Stockwerke höher be-

nateten Säntis-Decke doch recht auffallend abweichen. Aber auch ver-
erte eigentliche Mürtschen-Kreide aus der Basis der Axen-Decke des Glär-
h kann hier noch vorliegen, obschon dieselbe sonst überall ausserhalb der
rnisch-Masse, von den Churfirsten über das Mürtschen- und Wiggis-Gebiet,
chaus vollständig und von Verscherungen praktisch unberührt über ihrer
m-Basis erhalten blieb und dies, wie noch gezeigt werden wird, auch am
ersee und bis in das Engelbergertal noch ist. Unter der eigentlichen Glär-
h-Masse selber aber ist die Mürtschen-Scholle der östlichen Glarner Alpen
noch der Sockel des Wiggis praktisch bis auf ihre Trias-Basis
ab schief durchschert und zeugen fast nur kümmerliche Reste
Dogger und unterem Malm in der südlichen Dohlen-Serie
INDLER's für das einstige Vorhandensein der wirklichen Mürtschen-Scholle
unter dem Glärnisch-Block. Die an sich winzigen, aber bedeutungsvollen
INDLERschen Bruchegg-Schuppen an der Basis der Axen-Decke
Vorderglärnisch und die erwähnten Dogger/Malm-Scherben der südlichen
llen-Serie sind die einzigen Überreste der engeren Mürtschen-Scholle in
em Gebiet.

ur Forrenstock-Platte gehört sicher das ganze Gebiet zwischen Guppen,
Vorderglärnisch und der Wiggis-Basis am Grundkopf ob Netstal. Es frägt
aber heute, ob die einstige Gesamt-Mürtschenanlage nicht auch östlich
Linth noch eine ähnliche Aufteilung erlitt, wie die durch die Forren-
k-Platte und die Mürtschen-Scholle der Wiggiskette dokumentierte. Ob
t auch im Osten der Linth eine ähnliche Auftrennung der eigentlichen

darüber liegenden Fronalpstock keine Herkunftsmöglichkeit vorliegt. Schon Oberholzer sind diese Dinge aufgefallen, sie verdienen aber entschieden noch bessere Abklärung. Denn es zeigen sich auch gewisse Schwierigkeiten einer Deutung dieser Goldigenberg-Scholle als Forrenstock-Element, indem die Korallenkalke des Grundkopfes dort zu fehlen scheinen; doch brauchte dies an sich nicht entscheidend gegen eine Sonderung des Goldigenberges von der eigentlichen Mürtschen-Scholle zu sprechen, da auch in der Forrenstock-Scholle des Glärnisch die Korallenkalke gegen Süden und Südosten hin langsam zurücktreten.

Eine weitere, ähnlich starke Aufgliederung der glarnerischen Axen-Decke lässt sich hingegen – trotz gewaltiger Übereinanderstapelung der Axen-Serie, vor allem in der Gonzen-Zone des St.-Galler Oberlandes - nicht erkennen. Denn die Faltenfolge der Axen-Decke der westlichen Glarner Alpen ruht am Klausen mit einer Trias-Basis auf Elementen, die wohl als «Lochseitenkalk» nicht näher bekannter Provenienz, nicht aber mit genügender Sicherheit auch schon als tiefere Axen-Elemente aufgefasst werden können. Von dieser Trias-Basis des Klausenpasses gegen Norden hin kennen wir in der Axen-Decke wohl eine Reihe ausgezeichneter Faltenelemente, besonders intensiv übereinandergelegt im dortigen Lias und zwischen der Schächentaler Windgälle und dem Ortstock–Hohen Turm auch im Malm, oder im mächtigen Aufbruch des Bösbächi–Bösen Faulen-Gewölbes; aber ausser der bekannten Abscherung der südlichen Axen-Kreide in die Bächistock- und Silberen-Kreideplatten hinaus lässt sich der grosse Hauptkörper der Axen-Decke hier bestimmt nicht mehr weiter in besondere Teilschubmassen auflösen. Auf die mögliche Stellung der genannten Lochseitenplatte des Klausengebietes kommen wir zurück.

Über den Urnersee mündet die Axen-Decke der Glarner Alpen in die Urirotstockgruppe und die Berge im Süden und Westen von Engelberg. Sind aber nicht vielleicht gerade dort noch tektonische Elemente ausscheidbar, die in ihrer tektonischen Stellung auch dem grossen Mürtschen-Komplex der Glarner Alpen noch einigermassen entsprechen könnten? Das ist in der Tat der Fall:

Die Deyen-Stirn der Axen-Decke setzt, nach ihrem axialen Untertauchen im hinteren Klöntal unter den Silberen-Nordrand, über das hintere Muottatal und die Axenkette fort bis an den Urnersee bei Sisikon, in den sogenannten «Nordlappen» der bisher fast ausnahmslos als tektonisch einheitlich erachteten Axen-Decke der Zentralschweiz. Die darunterliegende Kreide des Axen-«Südlappens» aber entspricht, zum mindesten geometrisch, das heisst gemäss ihrer Lage unter der Deyen-Stirn des Nordlappens, der etwas interner gelegenen Stirn der am Klöntalersee unter der Deyen-Stirn und der Axen-Decke niedergetauchten und damit verschwundenen eigentlichen Mürtschen-Scholle. Sowohl der «untere» Südlappen als auch der «obere» Nordlappen der Axenkette besitzen südlich ihrer Kreide-Serien schon im Osten der Reuss noch durchaus klare Malm-Kerne, die voneinander durch einwandfreien Dogger oder gar Lias, in der Frontzone der dortigen Tauchstirnen auch durch Zementsteinschichten deutlich in zwei

...g der glarnerischen Axen-De
Schächentales. Vielleicht darf darum der L
s e n effektiv noch in dieses generelle M ü r
den, wie dies im «Bau der Glarneralpen» vo

Jenseits des Urnersees mündet nach den
gen von ARBENZ, BUXTORF und ANDEREGG d
hüllung der sogenannten «oberen Urirotstoc
die «untere Urirotstock-Falte». Das obere El
dabei nur als eine beträchtliche höhere Absp
der eigentlichen Urirotstock-Serie, die als Ga
« U r i r o t s t o c k - D e c k e » im Sinne von
Elementen des Gitschen und schliesslich dem F
pass, Engelberg und dem Jochpass aufliegt.

Diese Urirotstock-Decke der Zentralschwei
d i e g e s c h l o s s e n e w e s t l i c h e F o r t s
A x e n - D e c k e d e r G l a r n e r A l p e n,
lich einmündet in die grosse Masse der Wildh
Drei Serien liegen aber am Urirotstock überein
gewisser Fremdkörper, die untere Urirotstock-
Serie, die beide enger zusammenhangen.

Das G i t s c h e n - Element bildet eine mäc
sich scharf ausspitzt, aber dennoch sich fortse
Weissberges und gegen den Jochpass hin. Mei
schen-Element tektonisch am ehesten der Forre
vergleichen, wenn auch die Malm-Entwicklung
etwas anders ist und sich eher jener der Elg
sogar der des eigentlich

ck-Serie mündet dabei in die «Trübsee-Scholle» südlich Engelberg und ht über dieselbe den Jochpass, die Engstlenalp und das hintere Gental.

obere Urirotstock-Serie ist der eigentlichen Axen-Decke Glarner Alpen gleichzusetzen, ihre Trias-Basis am Jochpass ent- t der Trias-Basis am Klausen; die untere Urirotstock-Serie aber keilt süd- ngelberg unter dem wirklichen Axen-Element immer mehr aus, genau wie ı des Urnersees auch der «untere Axen-Lappen» mit seinem Malm-Kern lem vorderen Schächental dies tut, oder an der Axen-Basis des Glärnisch irtschen-Element ob Luchsingen oder in der Braunwalder-Zwischendecke · Fritterenalp. Beide Urirotstock-Serien führen Lias; aber auch in der öst- Fortsetzung des Urirotstock-Blockes führen sowohl die glarnerische , wie auch die Mürtschen-Decke Lias, wenn auch in sehr ungleicher Ver- g. Die obere Urirotstock-Serie ist südlich Engelberg im Graustockgebiet ig in zwei besondere Schollen aufgeteilt und zerlappt; eine analoge, wenn ngleich schwächere Zerlappung zeigt aber schliesslich auch die Axen- des urnerisch-glarnerischen Grenzgebietes, von der Schächentaler Wind- egen Osten bis zum Hohen Turm ob Braunwald, nur dass sich dort Dogger reide eben nicht mehr sichtbar an dieser sekundären Zerlappung der lichen Axen-Decke beteiligen.

ı südlichsten Abschnitt der Axen-Decke Engelbergs spaltet in der Hut- Widderfeld-Gruppe schliesslich eine mächtige höhere Jura- t e von Dogger und Malm sich ab, die gegen Nordwesten hin deutlich die jener Kreide-Serie bildet, die in die osthelvetische Wiggis-Räder- Drusberg-Decke fortsetzt. Diese höchsten Malm-Schuppen der Decke lassen, als die Basis der «Drusberg-Decke» der Zentralschweiz, kennen bis hinüber ins Muottatal, wo dieser schon von Obwalden her oft ɔrochene Jura-Zug dann endet. Im helvetischen Osten findet sich jedoch als ein gleicher, mit der innersten Kreide-Decke jenes Gebietes noch verhängter Malm, sogar mit Dogger-Kern, in der Hauptserie des Fläscher- ; am Tschingel.

grossen treffen diese Vergleiche zwischen der Mürtschen/Axen-Decke der er Alpen und dem Urirotstock-System der Zentralschweiz sicher zu. chen- und eigentliche Axen-Elemente sind auch dort noch gut voneinander abscheidbar vorhanden, aber sie stehen im Westen des Urnersees miteinander in noch weit engerer Verbindung als in den Glarner Alpen beidseits der Im Urirotstockblock ist die ganze Masse weit weniger strapaziert und ıert als in den Glarner Alpen und hangen Mürtschen- und Axen-Elemente s Engste, und zum Teil durch klare Scharniere und verkehrte Serien mitler noch ganz eindeutig verbunden, effektiv zusammen. Nichts dokumenɔmit die in den Glarner Alpen postulierte primäre tektonische Einheit ürtschen- und Axen-Elemente so grossartig wie der Bau der Urirotkgruppe. Im Urirotstock hangen diese beiden Elemente ungleich viel zusammen als beidseits des Klöntals, und selbst weit direkter noch als .-Galler Oberland. Es könnte daher statt von einer Mürtschen/

xen-Decke oder einer Klöntaler-Decke ebensogut ganz einfac
n einer Urirotstock-Decke im Sinne von ARBENZ gesprochen we
n, einer Urirotstock-Decke, die samt ihren höchsten Digitationen in der Hu
ockgruppe, die zur Drusberg-Decke führen, in grossartiger Weise die eigen
he helvetische Haupteinheit bildet und westwärts in die Wild
orn-Decke des Berner Oberlandes und des Wallis einmündet.
Fraglich bleibt die Fortsetzung der Forrenstock-Platte des Glärnisch in de
itschen-Decke. Wohl stirnt dieselbe mit spärlich entwickelter untere
reide um einen mächtigen Malm-Kern, wie in Glarus der Forrenstock im vo
ren Klöntal dies tut, aber die Jura-Fazies des Gitschen ist doch eine wesen
h andere; sie erinnert mit ihrem hellen Korallenkalk viel mehr an den Schi
Osten von Glarus oder an die Elggis-Scholle. Zwischen Glarus beziehung
eise dem Glarner Tal und dem Urnersee kann das wirkliche Forrenstock-El
ent der Mürtschen-Decke sehr wohl längst zusammengeschwunden und soga
llig ausgekeilt sein, so dass einer Einreihung der Gitschen-Serie sogar in ei
gentliches Schilt-Element praktisch kaum etwas im Wege steht. D
erkehrtserie der Elggis-Scholle östlich des Krähenberges bei Netstal, an de
rekten Basis des Mürtschen-Komplexes, aber findet sich auch in der Uriro
ock-Decke wieder, wenn auch in etwas anderer, tektonisch noch nicht radik
gelöster Form, in der sogenannten «Kleintal-Serie» des Verkehrtschenke
r unteren Urirotstock-Serie. Endlich ist an dieser Stelle noch einmal auf d
rchaus auffallende Tatsache hinzuweisen, dass in der Axen-Decke des Glä
sch und auch an der Silberen die Kreide bekanntlich noch vollständig en
ickelt ist bis hinauf zum Seewerkalk, dass die gleiche Axen-Kreide aber scho

zurückliegenden Stirn aber scheint, samt dem im Claridengebiet und südlich davon steckengebliebenen Hauptblock der Schilt-Elemente, gegenüber der Gitschen-Platte ein primär vielleicht doch etwas externeres Glied der helvetischen Schubmasse zu sein, dessen streichende Fortsetzung von der Claridengruppe gegen Westen hin, weit südlich der Urirotstockkette anzunehmen ist, wie der Verlauf der Faltenachsen sowohl in den Schilt- wie den Kammlistock-Elementen der Claridenkette dies mit grosser Deutlichkeit dartut.

Damit glaube ich die vielen Zusammenhänge innerhalb der helvetischen Decke der Glarner Alpen und ihre näheren Beziehungen zu den westlichen Nachbargebieten abermals und in neuem Licht genügend geschildert zu haben. Ein grossartiges Gesamtsystem liegt hier vor, das nicht vergeblich Generationen begeisterter Geologen in seinen Bann zog, das aber immer noch und immer wieder neuer, das Bild stets voller ergänzender Studien bedarf, bis es endgültig und in allen seinen Belangen wirklich gesichert ist. Unsere neuerliche lokale Betrachtung des glarnerischen Deckenbaues könnte damit wohl ein weiteres Mal abgeschlossen werden; aber einiges über die näheren Heimatgebiete aller dieser glarnerischen Elemente hier beizufügen, ist dennoch notwendig und zur weiteren, vor allem auch genetischen Abklärung des helvetischen Systems erwünscht. Wo liegen die Wurzeln der glarnerischen Überschiebungsmassen, aus welchen interneren Räumen können und müssen sie endlich abgeleitet werden? Die Lösung dieser Fragen steht und fällt mit der vorsichtigen Aufklärung der tektonischen Aufgliederung am Südrand des Aarmassivs, und hier haben daher alle Betrachtungen über die helvetischen Wurzeln nochmals einzusetzen. Erst wenn wir hierüber einmal genügende Klarheit besitzen, können wir auch an die weiter verbleibenden Rätsel des helvetischen Gebirgsbaues mit einiger Aussicht auf deren erfolgreiche Lösung herantreten. Denn der Rätsel gibt es auch heute, gerade in bezug auf die wirklichen tektonischen Beziehungen der glarnerischen Tektonik östlich und westlich der Linth, immer noch mehr als genug, auf jeden Fall mehr als sich bisher im Banne der klassischen Auffassungen dieses Alpengebietes auch nur ahnen liess. Es wird in einem letzten Kapitel auf diese Dinge dann noch weiter einzutreten sein; vorderhand aber wenden wir uns erneut den konkreten Fragen der Beheimatungsmöglichkeiten der helvetischen Decken der Glarner Alpen zu.

Die tektonischen Elemente des Aarmassiv-Südrandes und die Einwurzelung der glarnerischen Schubmassen

Zunächst ist es notwendig, hier noch einen Blick auf die tieferen, sogenannten parautochthonen und auch die wirklich autochthonen Elemente der Tödi-Kette zu werfen und zu versuchen, dieselben irgendwie sinngemäss näher zu gruppieren. Die Tödi-Karte Helbling's und seiner Mitarbeiter, von Dünner, Bleser, Neher, Kappeler zu E. Weber, L. Wyssling, R. Trümpy und anderen gibt heute darüber weit klareren Aufschluss als noch vor 15 Jahren.

In der Calanda/Ringelspitz-Gruppe sind auf der genannten Kart
er der autochthonen Serie von Vättis, von deren Südflanke bereits grösser
mplexe schuppenförmig abgeschert wurden, folgende tektonische Einheite
terschieden worden: Die Serie des Pizalun, die untere Calanda-Decke mi
n Orgelschuppen, die obere Calanda-Decke mit den Miruttaschuppen, di
chepp-Decke und die Felsberger-Decke. Alle diese Elemente sind an sich vo
nden, sie können aber irgendwie besser gruppiert werden.

Über dem autochthonen Mantel der Vättner Kuppel scheint vor allem di
ntere Calanda-Decke» HELBLING's ein besonderes Glied dieses Systems zu sei
t klarer Abtrennung im Norden, in der «Kaminspitz-Falte», mit engerem An
hluss an den autochthonen Malm im Süden. Vom Rücken der Vättner-Kuppe
sst diese untere Calanda-Decke nordwärts bis an den Rhein zwischen Unte
z und Mastrils und taucht dort in grosser Breite ostwärts axial zur Tiefe.

Als nächstes Glied dieser Calanda-Einheiten legt die «obere Calanda-Decke
t einer Malm-Basis sich über Kreide und Eozän, über die Talung des Kunke
sses hinweg zunächst in die Panära-Schuppen unter der Ringelspitze. An de
sis dieser oberen Calanda-Decke werden die Orgelschuppen über die unte
landa-Decke vorgestossen, als besondere Rückenkomplikationen derselbe
ese obere Calanda-Decke ist längs ihren zu verschiedenen Sonderstirnen au
lösten Fronten erkennbar von Fenz südlich Untervaz bis in die Basis de
msersteins, wo sie unter ihrer Flyschumhüllung dann axial westwärts unte
ucht.

Darüber legt sich die Masse des «Tschepp», in sich beträchtlich geschupp

Zugehörigkeit noch nichts anderes ausgesagt, als dass sie eben praktisch in ein Niveau im Hangenden der oberen Calanda-Decke gehört.

Im Tödi-Gebiet steht dieser Aufgliederung des autochthonen und parautochthonen Raumes der Calanda-Elemente die folgende Aufgliederung gegenüber: Die Windgällen-Falte als die machtvolle Nordfront des Aarmassivs hat sich ostwärts bis ins Tödi-Gebiet mehr und mehr kompliziert, und eine ganze Reihe von Sonderfalten und -schuppen schieben sich dort in ihrem Rücken mehr und mehr vor. Als Ganzes überschiebt dieses Windgällen-System bekanntermassen die Tierfehd-Kuppel im Hangenden des untergetauchten Erstfelder-Massivs.

Östlich der hinteren Linth erkennen wir, vor allem dank den neuen Aufnahmen Eugen Weber's im Selbsanft, einen gewaltigen Schollenbau: im Osten der Pantenbrücke türmt sich über der Tierfehd-Kuppel eine Malm/Kreide-Schuppe über die andere: die Schuppe der Uelialp, jene von Oberbaumgarten und die Thor-Schuppe. Alle diese tiefsten Elemente über der Tierfehd-Kuppel münden gegen Süden noch klar in die Frontzone des Tödi-Kristallins, sie schliessen an das Porphyrgewölbe der eigentlichen Windgällen-Falte in der vorderen Sandalp sich an. Die Thor-Schuppe wird zunächst frontal aufgespalten und sodann überfahren vom Schuppenkomplex des Nüscheneggs. Im Selbsanft verbinden sich diese Elemente dann zu einer einheitlich scheinenden Malm-Masse, und nur die Kreide der Nüschenegg-Elemente zieht im Keil unter dem Vorderselbsanft noch weiter, in schmalem Span allerdings auch eine noch etwas tiefere, im Niveau des «Turms», die über das Hinderchrut in den Rücken der Thor-Schuppen hinauszieht.

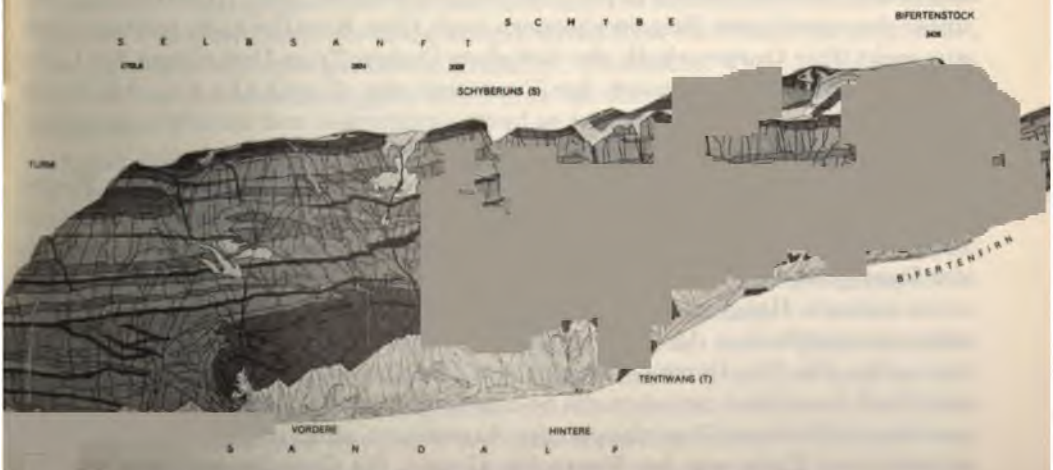


Abb. 6 Der Westabfall der Selbsanft- und Bifertenstockgruppe
(Aus Rob. Helbling, Lit. Nr. 11, 1948, Blatt 5)

Über dieses tiefere, noch subautochthone System, in dem wohl das Thor-Element am ehesten der Hochfaulen-Decke des Schächentals entsprechen mag, legt sich in grosser Schärfe, im Limmerntobel und am vorderen Selbsanft, die Malm/Kreide/Tertiär-Platte des Selbsanft-Plateaus und des Bifertenstockes, die sogenannte Biferten-Schuppe. Im Norden auf Kreide und Eozän scharf überschoben, im Süden einmündend in die normale Bedeckung des Tödi-Kristallins im Gebiet der Schybenruns. Hier liegt die erste tiefere Abtrennung vom wirklichen Autochthon, das heisst gegenüber der Umhüllung der eigentlichen Windgällen-Falte der Sandalp vor, und die Biferten-Schuppe ist damit recht wohl der unteren Calanda-Decke von Vättis zu vergleichen. Über das obere Ladral und die Panixer Alp streicht diese untere Calanda-Schuppe in die Basis der Tschepp/Vorab-Einheit hine[illegible]t noch begleitet von schmalen Äquivalenten der oberen Calanda-Decke. [illegible]aber präsentiert sich das Vorab-Tschepp-Element, vom Panixerpass nach [illegible]n, nur mehr als schmaler, dünn ausgewalzter Span, der sich über das hi[illegible] und zugleich südlichste Eozänband des tieferen Calanda-Systems hinw[illegible]gt und, oft sogar in Linsen zerrissen und derart vielfach unterbrochen, [illegible] demselben durch die Basis des Piz Dartgias Val Frisal zustrebt. Da b[illegible]nnen dann die eigentlichen Probleme.

Die Tödi-Karte Helbling's und seiner M[illegible]beiter R. Trümpy, E. Weber und E. Escher zeigt hier folgendes [vgl. dazu (*11*) [illegible]afeln 2 bis 6].

Der Malm der Biferten-Schuppe am Piz Fri[illegible]al wird längs der unteren Frisal-Lücke scharf überstossen von weiteren M[illegible]schuppen, die vom Tertiärband zwischen der genannten Lücke und dem Aufschwung der Brigelserhörner gegen Süden hin abgeschlossen scheinen. Südlich davon trennt eine Dogger/Malm-Scherbe das genannte Tertiärband von der Trias-Umhüllung des Punteglias-Granites, die über sich dann die Dogger/Malm-Serie des Crap Grond, das heisst des westlichsten Gipfels der Brigelserhörner, trägt. Darüber legt sich, unter den westlichen Brigelserhörnern noch über Korallenkalk, weiter östlich nur mehr über Quintnerkalk, die verkehrte Dogger/Trias-Umhüllung der Cavestrau-Scholle und schliesslich der Verrucano des Cavestrau. All das ist schon lange bekannt, wie aber ist es heute sinngemäss und vor allem im grösseren Zusammenhang mit den Nachbargebieten zu deuten?

Der Tertiärzug südlich der unteren Frisal-Lücke zieht, begleitet von Resten einer steil gestellten Verkehrtserie, dem Nordrand des Punteglias-Granites entlang durch das ganze obere Frisal. Zwischen Alp Frisal und Alp Nova taucht der Punteglias-Granit dann aber bis auf eine dünne Spitze axial unter und tritt seine normale Hangendserie, das heisst jene des Crap Grond, über das Tal hinweg; sie erreicht dort den Südrand des Tertiärbandes, das von der Frisal-Lücke her unter den Piz Dartgias hineinzieht. Die Cavestrau[illegible]
synklinal eingefaltet zwischen die Sedimentumhüllung des [illegible]
und den südlichsten Granitlappen des Aarmassivs, sinkt in g[illegible]
ostwärts zur Tiefe wie der Punteglias-Granit, die Crap Grond[illegible]
südliche Hornblendegranit des Aarmassivs, und nur ihre nördli[illegible]
gen noch in schmalem Zuge über den Resten der Crap Gro[illegible]

Abb. 7. **Der Südabfall der Brigelserhörner**
(Aus ROB. HELBLING, Lit. Nr. 11, 1948, Blatt 5)

Schuppen südlich der oberen Alp Rubi gegen den Dartgias-Komplex empor, deutlich an der Basis des grossen Verrucano-Kernes der helvetischen Hauptschubmasse. Über die Biferten-Schuppe des Frisal-Hintergrundes legt sich hier sofort und ganz direkt – im Gegensatz zur Frisal-Lücke – das Tertiärband der Val Frisal, und eine höhere Teilscholle dieser Biferten-Schuppe, in der wir – im Element der Cavorgia – sehr wohl ein westliches Analogon zur oberen Calanda-Decke sehen können, stellt erst weiter oben, unter dem Dartgias sich ein. In der Tiefe der Val Frisal aber ist dieses höhere Calanda-Element vollständig ausgeschert, und an seine Stelle rückt der schmale östlichste Ausläufer der Crap Grond-Serie der Brigelserhörner, der das Tertiärband der Frisal-Lücke südlich begrenzt und zugleich die Basis der Cavestrau-Schuppe bildet. Aber auch dieser äusserste östlichste Ausläufer der Crap Grond-Serie der Brigelserhörner keilt östlich Val Frisal gegen oben hin aus und dafür erscheint der schmale Malm-Span der Dartgias-Basis, der einen ausgewalzten Rest der Vorab-Serie darstellt, über sich das Schuppenwerk von Kristallin, Verrucano, Trias und Dogger, in dem wir die Ranasca-Schuppen von Panix im Hangenden der Vorab-Scholle erkennen.

Damit führt eine schmale Brücke von den Elementen des Vorab und des Tschepp hinein nach Val Frisal und zu den Brigelserhörnern. Die Einheit der Brigelserhörner ist als das westlichste Analogon zur Vorab/Tschepp-Scholle der östlichen Glarner Alpen zu betrachten. Das ist das Resultat, zu dem auch wir wieder, wie lange vor uns OBERHOLZER, F. und E. WEBER, R. TRÜMPY und HELBLING, erneut gelangt sind.

Das Element der Brigelserhörner schliesst wohl in erster Linie mit dem Punteglias-Granit an die untere Calanda-Decke der Biferten-Schuppe und ein weitgehend ausgeschertes Analogon der oberen Calanda-Decke an. Die Einheit des Tschepp scheint hier mit dem Punteglias-Kern des Aarmassivs einzusetzen; aber der Tschepp ist, ganz abgesehen davon, dass er noch mit der oberen Calanda-Decke enger zusammenhängt und ohne jeden leisesten Zweifel auch mit der Felsberger-Decke HELBLING's, ein derart mächtiges tektonisches

ment, dass es unmöglich nur etwa in der knappen, allerengsten Um-
lung des Punteglias-Granites beheimatet sein kann. Zum aller-
ndesten die Felsberger-Decke kann erst in der Cavestrau-
asse der Gipfelserie der Brigelserhörner eingeordnet werden und damit in
em allersüdlichsten Glied des Aarmassivs.

Der Tschepp samt seiner Fortsetzung in der Vorab-Scholle zeigt heute als
estes stets nur Malm, desgleichen die obere Calanda-Decke, mit der er eng
bunden ist. Eine ältere Basis wird erst im Süden des Tschepp, in der Fels-
ger-Decke, sichtbar, mit Dogger, Trias, und dem Verrucano von Tamins. Es
t daher nahe, gerade diese ältere Kernserie der Felsberger-Decke mit dem
vestrau-Verrucano in Verbindung zu bringen, wie dies bereits in meinem
au der Glarneralpen» vertreten worden ist. Damit aber würde dieses innerste
ment des Calanda-Systems beheimatet werden müssen am Südrand nicht
des Aarmassivs, sondern am Südrand sogar der Cavestrau-Verrucano-
rzel im Vorderrheintal: das heisst, dieses Felsberger Elemen
rde schliesslich in die Fuge zwischen dem Verrucano vor
mpadials und der «Front» des eigentlichen Ta
tscher Massivs einmünden müssen. Bekanntlich aber reicht die Fels-
ger Serie von Tamins aus noch mindestens zurück bis Rhäzüns oder, mi
en älteren Gliedern, gar gegen Rothenbrunnen und selbst Rodel
, so dass angesichts der dadurch dokumentierten Breite dieser Fels-
ger-Decke ein Einmünden dieses höchsten Calanda-Elementes selbst noch
trächtlich unter den Nordrand des Tavetscher

Bisher wurden diese Ranasca-Schuppen stets mit dem Bau der Brigelserhörner, das heisst vor allem mit der Cavestrau-Masse und ihrer Trias/Dogger-Umhüllung in Verbindung gebracht. Sollte dies wirklich zutreffen, so müsste der ganze grosse Komplex des Tschepp unter der Cavestrau-Masse untergebracht werden, was offensichtlich infolge des grossen südlichen Annexes des Tschepp in der Felsberger-Decke und deren Rücken praktisch nicht möglich ist. Die Ranasca-Schuppen aber einfach als in stärkerem Masse verschürfte Kernelemente der engeren Felsberger-Decke anzusehen, die beidseits Tamins ja in aller Klarheit durch mächtigen Jura in geschlossenen Gewölben zur Gänze ummantelt sind, dürfte gleichfalls kaum gelingen und diskutierbar sein; es sei denn, die Felsberger beziehungsweise Taminser Trias gelangte infolge einer ganz gewaltigen Verscherung rasch weit hinauf bis in das Hangende der Tschepp- und damit der Vorab-Serie. Aber auch dann hätten wir den Griesstock- und Clariden-Raum immer noch beträchtlich südlich der Cavestrau-Masse einzufügen, das heisst immer noch südlich der Fuge zwischen dem Cavestrau-Verrucano von Compadials/Somvix und dem Tavetscher-Kristallin.

Die Ranasca-Schuppen im Hangenden des Vorab stammen aber wahrscheinlich sogar aus dem primären Hangenden der ganzen Felsberger-Decke, aus deren hinteren Rückenteilen, von denen sie an der Basis des Tavetscher Massivs und der helvetischen Gesamtschubmasse in wilden Scherben bis über den Vorab vorgeschürft worden sind. Sie können sehr wohl den Triasresten im Domleschg, zwischen Pardisla und Rodels entsprechen. Die Ranasca-Schuppen können aber selbst, wie bereits Seite 307 angedeutet worden ist, verschürfte Überreste einer alten Schwellenzone sein, deren Sedimentserie, tief abgetragen, nur mehr älteres Mesozoikum, Verrucano, Trias und Dogger enthalten hätte und die stellenweise vielleicht überhaupt bis auf das Grundgebirge entblösst sein mochte. Diese Schwelle aber könnte als die eigentliche «Stirnschwelle» der helvetischen Gesamtschubmasse betrachtet werden, die sich zwischen den Faziesraum der südlichen Aarmassivzone, das heisst das Calanda-System, und die mächtige, nach Süden sich wieder immer mehr komplettierende Schelfzone der helvetischen Decken in durchaus auffälliger Art eingeschaltet hätte.

An diesem Punkt entscheidet sich von neuem auch die Einreihung des glarnerischen Wildflysches, das heisst des sogenannten exotischen Glarner Flysches. Ich habe vor wenigen Jahren auf die Möglichkeiten hingewiesen, die für eine tiefhelvetische Beheimatung dieser unter der Glarner Überschiebung eingesperrten Flyschmassen im Sinne BOUSSAC's bestehen. Von stratigraphischer Seite ist zwar, im besonderen von LEUPOLD und seinen Schülern, diese These neuerdings als unwahrscheinlich betrachtet worden; die Schule LEUPOLD's hält an der These einer «südhelvetischen» und sogar «nordpenninischen» Abkunft dieser Wildflyschmassen, wie nach ARNOLD HEIM besonders LEUPOLD selber sie erneut aufstellte und verteidigte, fest. Und doch besteht die Möglichkeit einer Einwurzelung dieser Flyschmassen auch nördlich des helvetischen Haupt-

decken-Raumes, zwischen den Calanda-Elementen des südlichsten Aarmassivs und der helvetischen Gesamtdecke, deren Heimat über dem Tavetscher Massiv zu suchen ist, auch heute noch zu Recht. Generell durchaus im Sinne von ROTHPLETZ und BOUSSAC, die vor langer Zeit eine solche nördlichere Herkunft und Einreihung der Glarner Wildflyschmassen vertreten haben, allerdings im Sinne eines eigentlichen «Mittelschenkel-Elementes» unter der Glarner Überschiebung; eine Deutung, der mit vollem Recht die tatsächliche und sogar scharfe «Überschiebung» der glarnerischen Wildflyschmassen über die tektonisch tiefer gelagerten und – wie in erster Linie die Existenz einer Hochfaulen-Decke zeigt – gleichfalls schon stark verschürften Flyschmassen der autochthonen Sedimentserie entgegengehalten werden muss.

Zur Einreihung der glarneri hen Wildflyschmassen

Wenn dieser exotische Glarner Flysch, d heisst der Blattengrat- und der Sardona-Flysch neuerer Prägu g, aus der Sohle der helvetischen Gesamtdecke hergeleitet werden v das heisst vom Nordrand des einstigen Absatzraumes der helvetischen De ken, wofür in erster Linie mechanische und räumliche Argumente sprech , neben deutlichen Differenzen zwar auch sicher zum ultrahelvetischen Randflysch der Einsiedler Zone, des Vorarlberger und des Wäggitaler Flysches, so stehen folgende Möglichkeiten dafür heute zur Verfügung:

An der Basis der Blattengrat-Serie des exotischen Glarner Flysches finden sich neben den altbekannten Seewerkalk-Resten auch ansehnliche Pakete von Amdener Schichten, in den südlicheren Schuppenelementen desselben auch Vertreter von Wangschichten. Da einst diese Amdenerschichten als besonders, ja einzig charakteristisch für den südlichen helvetischen Bereich, die Churfirsten-Decke etwa, gehalten wurden, nach den diesbezüglichen klassischen Funden von ARNOLD HEIM in der Amdener Mulde, lag die Deutung der mit ebensolchen Amdener Schichten verknüpften höheren Flyschmassen des Blattengrat-Komplexes als südhelvetische Elemente faziell-stratigraphisch durchaus nahe.

Nun sind aber seit einer Reihe von Jahren Amdener Schichten in merklicher, zum Teil sogar beträchtlicher und dazu selbst faziell durchaus analoger Entwicklung auch festgestellt worden im Gebiet der Calanda-Decken, das heisst weit unter der helvetischen Hauptschubfläche an der Basis des Glarner Verrucano, und dies bis unter den Flimserstein hinein. Es geht damit wohl kaum an, die Calanda-Serien, nur aus faziellen Gründen und eben dieser Amdener Entwicklung der oberen Kreide halber, ins Südhelvetikum zu stellen, und etwa an den Säntis anzuschliessen, wie LEUPOLD schon verschiedentlich anzunehmen geneigt war. Gemäss den Untersuchungen E. WEBI besonders bilden diese Amdener Schichten nicht nur in der Serie des Pizal die tektonisch auf nordhelvetischer Kreide und entsprechendem Malm Mastrilser Spornes liegt, grössere Komplexe, sondern auch im Hangenden

sogenannten unteren Calanda-Decke, am Stelli. Die genannten Amdener Schichten des Pizalun und der unteren Calanda-Decke können zwar in ihrer Zugehörigkeit zum tieferen Calanda-System noch angezweifelt werden; denn sie liegen vielfach auf einer besonderen, nur recht lückenhaft entwickelten Kreide und mögen daher sehr wohl von den doch etwas anders beschaffenen wirklichen tieferen Calanda-Elementen abgetrennt werden. Sie wären dann als Scherben primär höherer Abkunft nur steil, aber nicht weitreichend, unter die untere und die obere Calanda-Decke eingewickelt worden. So hat Oberholzer seinerzeit die Dinge gedeutet und Leupold ist ihm darin gefolgt.

Nun finden sich aber, gerade nach den Untersuchungen Leupold's selber, unzweifelhafte Amdener Schichten auch in höheren Teilen des Calanda-Systems, so in der oberen Calanda-Decke im Dach der Panärahörner, rings um die Basis der beiden Ringelspitz-Klippen, im Hintergrund von Bargis und unter dem Flimserstein, ja selbst noch unter dem Verkehrtschenkel des Tschepp nördlich Pala da Porcs. Im Dach der oberen Calanda-Decke der Ringelspitzgruppe spielen somit diese Amdener Schichten eine beträchtliche Rolle, und es ist angesichts des Umstandes, dass Leupold selber, zusammen mit E. Weber, diese Gebiete für die Tödi-Karte Helbling's neu aufgenommen hat, wohl kaum an dieser Tatsache zu zweifeln. Die obere Calanda-Decke des Calanda selber aber ist bis auf den Seewerkalk hinab abgetragen, der Rücken des Tschepp sogar bis auf den Schrattenkalk und tiefere Kreide, die Felsberger-Decke zum Teil bis auf den Malm. Es ist daher an sich die These durchaus erlaubt, dass die obere Calanda-Decke nicht nur westlich des Taminatales einst noch senone Kreide als Amdener Schichten getragen hat, wo dieselben durch Leupold und Weber ja eben konkret kartiert wurden, und zwar in weitester Ausdehnung, sondern dass solche Amdener Schichten einst überhaupt die Schichtreihe der ganzen oberen Calanda-Decke gekrönt haben. Und es steht von da aus auch der weiteren Annahme gar nichts im Wege, dass sogar noch der Tschepp und selbst sein Felsberger Anhängsel, die beide ja sicher noch enger mit der oberen Calanda-Decke zusammenhangen, primär gleichfalls noch eine solche Bedekkung von Amdener Schichten, ja im südlichen Abschnitt selbst noch von Wangschichten besassen. Diese Amdener Schichten aber können, zusammen mit gegen Süden sich langsam einschaltenden Wangschichten, ohne weiteres einst die Basis der tertiären «Blattengrat-Serie» gebildet haben, bevor sie unter dem Vorschub der grossen helvetischen Schubmasse dann bis über den ihnen vorgelagerten autochthonen Flysch vorgeschert wurden. Selbst angesichts der Tatsache, dass in der oberen Calanda-Decke über den Amdener Schichten noch immer eine Assilinengrünsand-Entwicklung des Mitteleozäns vorliegt, kann eine solche gegen Süden hin dann doch recht wohl und relativ rasch übergegangen sein in die «Nummulitenkalk-Fazies» des Blattengrat-Flysches. Des ferneren können die Amdener Schichten der Stelli-Schuppe, die der unteren Calanda-Decke tekto-

aufgelagert sind, samt jenen des Pizalun als der Basis des Ragazer Flysches, sowohl aus dem Raum im Süden der oberen Calanda-Decke hergeschert len sein. Kaum aus der oberen Calanda-Decke selber, die ja ihrerseits noch, mindesten westlich der Tamina in der Ringelspitzgruppe, noch eine eneigene Amdener Entwicklung und Assilinengrünsand trägt.

scheint somit im Prinzip durchaus möglich, zum mindesten den Blattgrat-Komplex des Glarner Wildflysches aus den hinteren len des Calanda-Systems, aus der Zone des Tschepp und benachbarten Felsberger Raumes zu beziehen.

eibt der besonders berühmt gewordene «Sardona-Flysch» als ster und zunächst schwierig zu deutender Komplex des Glarner Wildhes.

er liegen nach LEUPOLD klare Übergänge zwischen Blattengrat- und Sar-Flysch vor, im eigentlichen Ragazer Flysch. Der Ragazer Flysch soll cherer Herkunft sein als die Blattengrat-Serie; er wäre somit gemäss der e LEUPOLD's vom sicher südhelvetischen Einsiedler Flysch zum mindesten h die an diesen nordwärts angeschlossene Blattengrat-Entwicklung rennt gewesen, falls man den Glarner Wildflysch zum Ultrahelvetikum en will. Die Stellung des Ragazer Flysches im ursprünglichen Süden der engrat-Entwicklung ist damit um so merkwürdiger, als gerade die Numtenkalke von Ragaz ohne Zweifel am meisten der Einsiedler Entlung in den berühmt gewordenen Euthaler Zügen sich nähern. Bei einer helvetischen Ableitung des Glarner Wildflysches aber würden die

Dem breiten Assilinengrünsand-Bereich in der helvetischen Hauptdecke, der sogenannten Mürtschen-Fazies Arnold Heim's, wäre gegen Norden, jenseits einer breiten Flachzone, die die Kalkfazies im Raum der heutigen Griesstock-Decke, den eben verlandenden Trog des Sardona-Flysches und erneute Kalkfazies im Ragazer und Blattengrat-Raum beherbergen würde, abermals ein Assilinengrünsand-Becken vorgelagert – im Bereich der oberen Calanda-Decke –, gewissermassen als ein nördlicher Aussenposten des Assilinengrünsand-Meeres im Bereich der helvetischen Decke.

Gewiss wird mit einer solchen Auffassung der Dinge das Bild der faziellen Zusammenhänge im helvetischen Nummulitikum nicht einfacher, sondern ein wesentlich unruhigeres; aber es ist keineswegs gesagt, dass dasselbe damit ein unzutreffendes sei. Denn solche Ablösungen in der Verteilung von Grünsand- und Kalkfazies sind bei der geringsten Unregelmässigkeit des Meeresbodens möglich, und nicht umsonst lösen sich schon in mächtiger erhaltenen Profilen durch die Nummulitenzüge der östlichen Schweizer Alpen, wie gerade Leupold und seine Schüler durch ihre sorgfältigen Aufnahmen darlegen konnten, Grünsand- und Kalkfazies auch in den verschieden hohen Horizonten dieser Nummulitenzüge immer wieder ab. Im übrigen hebt schliesslich Rüefli in seiner gehaltvollen Arbeit über den Glarner Flysch im Weisstannental die bestehenden Schwierigkeiten einer auch «nur beschränkten Bestandesaufnahme» der Nummulitenbänke im Blattengrat-Flysch hervor und gibt sogar offen zu, dass dieselbe, soweit die Einsiedler Entwicklung betreffend, «nicht über ein Vorstadium hinaus gediehen» sei. Dazu meldet er unzweifelhafte Rekurrenzen der Einsiedler Entwicklung auch im Süden einer Reduktionszone, von der er und Leupold annehmen, es sei dieselbe wie am Spirstock im vordersten Rücken der Drusberg-Decke. Aber gerade hier zeichnen sich auch deutliche Unterschiede gegenüber dem Glarner Flysch ab, indem dort die sogenannte Vor-Wang-Schwelle des Drusberg-Rückens fehlt.

Es zeichnen sich so, gerade durch die neuesten Untersuchungen Rüefli's, doch deutliche Unterschiede zwischen Blattengrat- und Einsiedler/Drusberg-Raum ab, die den effektiven, wirklich direkten Zusammenhang der beiden Faziesgebiete in Frage stellen können, damit aber auch den wirklich südhelvetischen Charakter des Blattengrat-Flysches.

Der Raum des Sardona-Flysches aber hat sich auf jeden Fall südlich an den Ragazer und den Blattengrat-Raum angeschlossen: nach der Verbreitung der Amdener Schichten in der oberen Calanda-Decke, die auf deren hinteren Rückenteilen vielleicht schon eine nördlichste Blattengrat-Entwicklung tragen mochten, wohl mindestens erst südlich des Felsberger Raumes, der noch den eigentlichen Blattengrat- und Ragazer Flysch getragen haben konnte. Dort kam der Sardona-Flysch in einem gewissen Sondertrog zum Absatz, im Norden einer kristallinen Schwelle, die das Material zum Sardona-Flysch zu liefern imstande war. Diese Schwelle aber kann sehr wohl die primäre Front des Tavetscher Massivs gewesen

sein, dessen Gesteinsmaterial eine gute Übereinstimmung mit den kristallinen Geröllen sowohl im Ragazer wie im Sardona-Flysch zeigt. Näher zu prüfen wären wohl noch die besondere Streuung der eigentlichen exotischen Blöcke und deren nähere Natur, sowie die Richtung der Übergänge von den gröberen zu den feineren Fraktionen des Sardona-Flysches. Für die Kristallin-Konglomerate der Tertiär-Basis desselben steht eine Belieferung aus Süden fest.

Selbstverständlich sind hier weitere Studien zur abermaligen Überprüfung der postulierten Zusammenhänge unerlässlich; aber im Prinzip scheint mir heute, und zwar sowohl unter tektonischen wie stratigraphisch-faziellen Gesichtspunkten, eine primäre Einordnung des Glarner Wildflysches in einen südlichen Calanda-Raum im Abschnitt der Felsberger-Decke und südlich davon ohne weiteres denkbar. Kristalline Schwellen als Lieferanten von sardonaflysch-artigen Serien sind weiter auch in der streichenden Fortsetzung des Tavetscher Massivs oder dessen Untergrundes bekannt, im östlichen Pelvoux vor allem, der bekanntlich, hier allerdings deckeneinwärts, das Material für die Konglomerate und Sandsteine des dortigen Flysches geliefert hat, der überdies seinerseits auch noch auf diesem östlichen Pelvoux transgrediert. Die relative Stellung des Pelvoux zu Mont Blanc und Aarmassiv ist an sich eine ähnliche wie jene der von uns für die Belieferung des Sardona-Flysches postulierten Kristallin-Schwelle an der Front oder noch im Untergrund des Tavetscher Massivs. Nach dieser Auffassung würde somit der gesamte «exotische Glarner Flysch», der ja, zum mindesten mit wichtigen Teilabschnitten, bis hinüber nach Engelberg und weiter nachgewiesen ist, aus einem Raum herstammen, der heute unter dem Tavetscher Massiv begraben liegt, das primär bereits die Sedimentserie der helvetischen Decken trug.

Damit aber müsste der südliche Aarmassiv-Raum noch recht beträchtlich selbst unter das heutige Tavetscher Massiv sich fortsetzen, als der alte Untergrund eines mächtig erweiterten Calanda-Raumes, von dem die genannten Flyschelemente durch den Vorschub der helvetischen Decke abgeschürft worden wären. Ein solches Zurückreichen des Aarmassiv-Raumes bis weit unter das Tavetscher Massiv hinein ist ohne weiteres denkbar, weil wir ohne eine solche Annahme den Raum zwischen dem steilen heutigen Südabfall des Aarmassivs und den flach gelagerten tiefsten Tessiner Decken tektonisch gar nicht zu füllen vermögen. Das Aarmassiv müssen wir uns schon aus rein räumlichen, aber auch aus mechanischen Gründen noch ein beträchtliches Stück unter das Tavetscher Massiv und den Gotthard zurückreichend vorstellen. Eine derartige, rein tektonisch-mechanisch begründete Konstruktion habe ich für die Unterlage des Gotthard in dem Profil durch die Tessiner Alpen auf Tafel III meiner letzten Arbeit über die Zusammenhänge zwischen «Klippendecke und Zentralalpenbau» zur Darstellung gebracht, eine durchaus ähnliche aber bereits in meinen Alpen-Profilen 15 und 16 als geometrisch notwendig erachtet zu einer Zeit, da ich noch keineswegs im Glauben an die uns stets vorgetragene «ultrahelvetische» Natur des Glarner Wildflysches

erschüttert war. Die Annahme, das Aarmassiv reichte mit südlichen Annexen in der Tiefe noch flach und beträchtlich weit nach Süden zurück, entsprechend einer allmählichen tektonischen «Anpassung» des kristallinen Untergrundes an den beginnenden Flachbau der Tessiner Decken, birgt ohne weiteres nun auch die Möglichkeit, den Glarner Wildflysch, zum mindesten den Sardona-Flysch, hier einzuordnen.

Damit würde der Sedimentationstrog des Sardona-Flysches einfach zur Vortiefe vor jener grossen kristallinen Schwelle, die den autochthonen und parautochthonen Raum des Aarmassivs geschieden hätte vom Absatzraum der helvetischen Decken. Diese Kristallin-Schwelle wäre gewissermassen ein Embryo zur Stirnanlage der helvetischen Gesamtdecke gewesen, der dann aber bald nach Beginn des helvetischen Vormarsches überwältigt worden wäre von den südlich anschliessenden heutigen Frontteilen des Tavetscher Massivs. Im Rücken des Tavetscher Massivs hätte sich primär, über eine Breite von 50 km und mehr, die Sedimentfolge der helvetischen Decken gebildet und wäre dann von da durch den diesen Sedimentstoss bedrängenden und das Tavetscher Massiv selber schliesslich überfahrenden Gotthard, als der vordersten penninischen Decke, von seinem angestammten kristallinen Untergrund abgeschürft worden zu den helvetischen Decken. Deren frontale Teile im späteren Clariden- und Schiltdecken-System lagen primär auf den vorderen Teilen des heutigen Tavetscher Kristallins, das nun gleichfalls, als eine mächtige Schubmasse, sich vorerst über seine einstige erste Stirnanlage, das heisst die Kristallin-Schwelle hinter der Sardonaflysch-Vortiefe und später diese Vortiefe selber schob. Die Sedimentserie des helvetischen Hauptkörpers lag primär etwas weiter rückwärts, auf den mittleren und hinteren Teilen des langsam vorwandernden Tavetscher Kristallins, und nur die allersüdlichsten helvetischen Elemente mögen, vielleicht schon mit dem Drusberg-Raum, sicher jedoch mit der Plaine morte-Zone und jener des Mont Bonvin, einst noch auf den nördlichen Gotthard-Raum zurückgereicht haben. Die Bonvin-Zone wäre als eine eigentliche geantiklinale Schwelle praktisch zur Stirnanlage des vordersten Penninikums geworden, an die gegen Süden hin zunächst die Laubhorn-Serie sich anschloss, die ihrerseits über die Entwicklung in der Scopi-«Mulde» dann den normalen Übergang zum nordpenninischen Bündnerschiefertrog bildete. Dabei bleibt durchaus wahrscheinlich, dass Bonvin- und Laubhorn-Elemente, übrigens ähnlich wie im Wallis, schliesslich nur verschieden weit vorgescherte Teile eines und desselben primären Schichtstosses sind: Dogger und Malm lägen heute im südlichen Fläscherberg und kämen endlich in die Basis des Vorarlberger Flysches zu liegen, Lias und Trias wären bei dieser Abscherung zurückgeblieben am Südrand des Gotthard in der Scopi-Zone, und heute direkt überschert von den vom Verampio/Leventina-Rücken abgerissenen tiefsten Bündnerschiefern im Lugnez, wie ich dies in meiner Arbeit «Klippendecke und Zentralalpenbau», Tafel II etwa, zum Ausdruck gebracht habe.

solche Weise kann heute die Verteilung der Faziesräume zwischen Aar- und Penninikum durchaus sinngemäss gedeutet werden und vermögen s auch den Vorgang der helvetischen Deckenbildung besser vorzustellen. eigentliche «Tavetscher Decke» überschob zunächst ganz ein- re Vortiefe und scherte deren Flyschserien samt deren Oberkreide-Basis m hinaus bis auf den Südabschnitt des autochthonen Flysches. Die süd- Aarmassivteile wurden dabei zuerst überfahren, sie schoben sich jedoch dem weiteren Vordrängen der Tavetscher-Decke immer mehr zusammen päteren Calanda-System. Die alte «Kristallin-Schwelle» der ären Tavetscher Front, aus der sehr wohl auch die Ra- a-Schuppen zwischen Vorab und Val Frisal stammen mögen, blieb iner gewissen Zeit stecken und löste sich längs einer sekundären Scher- von der Tavetscher Hauptmasse ab, die erst die Sediment- der werdenden helvetischen Decke trug. Sie wurde deshalb bald auch eits überfahren und blieb schliesslich in der Tiefe stecken, wo sie heute erborgen liegt. Die grosse Hauptmasse der Tavetscher te setzte sich nunmehr in verstärktem Masse in egung, wurde jedoch bald durch das vor ihr mählich auftauchende rnis des Aarmassivs, dessen teilweise Hebung uns ja schon durch die pria- Transgression bis über Malm und Öhrlikalk im Windgällengebiet klar iert wird, in seiner Vorbewegung, vor allem in der Tiefe ge- st. Die Gotthard-Masse rückte als die eigentliche Nordfront hon weitgehend zusammengestossenen penninischen Blockes

oder nur mehr in der Tiefe wirkte, infolge des uralten Querabbruches dieser Massivzone in den «Glarner Quergraben» der Verrucano-Zeit und seine Nachläufer, da stiess die helvetische Front weit vor bis hinaus über Glarus und gegen den Walensee. Überall aber wurden diese helvetischen Fronten überholt von den nachrückenden Hauptmassen der Glärnisch-Decke, die sich dann sukzessive weiter zerlegten in die konkreten Mürtschen- und Axen-Elemente der osthelvetischen Alpen, wie wir sie heute kennen, und schliesslich auch noch in die helvetischen Kreidedecken, die vom Isental an dann bereits deutlich als innerste Schollen der Wildhorn-Decke erscheinen. Die Flyschmassen der Alpenrandzone, zwischen den Fähnern, der Wildhauser und Amdener Mulde, dem Wägital, den Schwyzer Voralpen und jenen Obwaldens im Schlierengebiet, sind, samt den Frontelementen derselben im Einsiedler Flysch und jenem der Zone von Sachseln, die letzten sekundären Abscherungsobjekte aus dem Rücken der höchsten helvetischen Kreidedecke. Dass es dabei im Rücken aller dieser Decken im Ablauf dieser Vorbewegung zu weiteren Stauungen und Verfaltungen in grossartigem Maßstab kam, ist ohne weiteres verständlich, desgleichen auch noch die lokalen Einrollungen der südhelvetischen Flyschdecken am Alpenrand, die in ihrem Ausmass die durchaus kurzen Einwicklungen der Wiggis- und der Silberen/Bächistock-Decke vor der Deyen-Stirn kaum wesentlich übertreffen dürften. Eine regelrechte Einwicklung dieser hochhelvetischen Flyschmassen bis weit in die Basis der Glarner Hauptüberschiebung zurück halte ich demgegenüber bis heute nicht als erwiesen und leite die für solche hoch- und sogar ultrahelvetischen Reste gehaltenen Blattengrat- und Sardona-Flyschmassen aus der alten helvetischen Vortiefe vor dem einstigen Tavetscher Raum ab. Dass aber schliesslich die letzten Bewegungsimpulse im helvetischen Deckenhaufen erst vom Aufstieg und sogar einem weiteren, durchaus jungen Vorstoss des Aarmassivs begleitet und von demselben auch ganz direkt ausgelöst wurden, ist heute vielfach erwiesen und demonstriert nur einmal mehr die durchaus beherrschende Rolle des Aarmassivs bei der ganzen Entstehung des helvetischen Gebirgsbaues.

Im Zusammenhang mit den hochhelvetischen Flyschdecken sei nochmals kurz auf die Stellung des Sardona-Flysches zurückgekommen, der nach der Leupoldschen These ja den primär südlichsten Abschnitt derselben darstellen sollte, in ganz direkter Nachbarschaft zum Prättigau-Flysch, weswegen Leupold ihn ja eben als ein bereits «nordpenninisches» Element betrachtete.

Würde diese Annahme zutreffen, so hätte sich der Sardona-Flysch, als unmittelbar vor dem Prättigau-Flysch gelegen, in der Folge bis auf die «Einsiedler Zone» des Blattengrat-Flysches vorgeschoben, durch Schwereglleitung von der sich regenden penninischen Front gegen Norden. Im helvetischen Deckenrücken folgt aber der Einsiedler Zone und ihren noch vorhandenen Annexen in der Wildhauser Mulde der cenoman-thuron-senone Vor-

berger Flysch in weiter Verbreitung, geschüttet von einer nördlich genen Schwelle her, an denselben angeschlossen der Vaduzer und der sner Flysch, und endlich der Prättigau-Flysch. Es müsste also, wenn der ona-Flysch sich wirklich direkt an den Prättigau-Flysch anhlossen hätte, dieser extrem südhelvetische Flysch über den ganzen mplex des Vaduzer und Vorarlberger Flysches hin- gelangt sein, um überhaupt auf die «Einsiedler Zone» des Blattengrat- ches aufgeladen werden zu können. Das aber ist ausserordentlich unwahrinlich, wenn nicht überhaupt unmöglich, ohne dass erkennbare errestedieserSardona-Flysch-Sondergleitmasse über Vorarlberger, Wäggitaler oder Schlieren-Flysch oder Reste von Vorarler Flysch über dem Blattengrat-Komplex doch noch irgendwo erten geblieben wären. Auch der zuoberst im Blattengrat-Flysch erscheide sogenannte Blattengrat-Sandstein an der Basis des Sardona-Flysches nicht als eine Vertretung des oberkretazischen Vorarlberger und Vaduzer ches betrachtet werden, denn er ist priabonen Alters. Den ganzen mächti- Raum des Vorarlberger Flysch-Komplexes von der angenommenen Glei- aber einfach auszuschalten nur gerade in der hypothetischen Aushsnische, aus der die Sardona- und Blattengrat-«Flysch-Lawine» ausgehen sein soll, ist wohl so absurd, dass ein solcher Gedanke sich meiner icht nach automatisch erledigt. Den ganzen Vorarlberger Flysch südlich den Prättigau-Flysch anzuschliessen und damit als innerpenninier Provenienz zu betrachten, wie ALLEMANN dies neuerdings postuliert,

Eine weitere Schwierigkeit für eine Ableitung des genannten «eingewickelten» Glarner Flysches aus dem helvetisch/penninischen Grenzbereich bildet auch die errechnete Abwicklungsbreite desselben, die für Blattengrat- und Sardona-Flysch zusammen heute auf rund 40 km veranschlagt wird, davon 20 bis 25 km allein nur für den Sardona-Flysch. Was für eine grossartige Breite ergäbe das für den südhelvetischen Raum, der sich primär noch an den Drusberg-Rücken angeschlossen haben müsste! Wo allein dieser Drusberg-Raum schon in die Nordfront des Gotthard einmündet, südlich daran aber dann die genannte Blattengrat- und Sardona-Flyschzone samt dem ganzen dazwischen gelegenen Vorarlberger Flysch angeschlossen werden müsste.

Eine Verteilung dieser Flyschmassen auf schon primär verschiedene Heimaträume scheint mir auch aus diesem Grunde abermals natürlicher. Die Blattengrat-Entwicklung kann noch sehr wohl auf dem südlicheren Calanda-Raum untergebracht werden, die 20 bis 25 km primären Sardona-Flysches aber unter dem Tavetscher Kristallin, in jenem «leeren» Raum zwischen dem steil zur Tiefe schiessenden eigentlichen Aarmassiv und dem «Flachbau» hinter demselben, über den vorerst die Tavetscher Masse, dann der Gotthard und die nordpenninischen Gneissdecken sich legen mussten. Erst mit dieser Annahme gewinnen wir auf dem südlichen helvetischen Deckenraum genügend Platz zur Einreihung der Einsiedler und Vorarlberger Flyschmassen und gelangen mit der einstigen helvetisch/penninischen Grenzschwelle im Norden des Prättigauschiefer-Troges in die tiefste penninische Frontzone hinein. Und wenn die subhelvetische Kristallinschwelle als Schuttlieferantin des Sardona-Flysches meiner Meinung nach heute unter dem Tavetscher Kristallin und dem Gotthard tief begraben liegt und damit praktisch unauffindbar bleibt, so ist ein durchaus analoges Grab auch anzunehmen für die Kristallinschwelle im Norden des Prättigau-Flysches. Beide Schuttlieferantinnen sind durch die später erfolgten Zusammenschübe im Alpenbau zugedeckt und damit unsichtbar geworden. Und wie endlich wäre ein so grossartiges Abgleiten von Flyschmassen über mindestens 60, wenn nicht 80 km Distanz, vom südlichsten Drusberg-Raum bis über den autochthonen Flysch am Nordrand des Aarmassivs, vorstellbar unter abermals nachgewiesenermassen nur geringem Gefälle, und dazu scheinbar nur auf einem relativ eng eingegrenzten und nur schmalen Sonderraum, wie heute der helvetischen Einwicklung des Glarner Flysches zuliebe angenommen wird? Eine solche Gleitung hätte vergleichsweise zum allermindesten von der Claridenkette bis nach Zürich hinausreichen müssen. Ich möchte ein Abgleiten von Massen auf genügend steil gestellter Gleitbahn an sich keineswegs prinzipiell in Abrede stellen, aber dafür braucht es meiner Meinung nach einen kräftigen tektonischen Impuls sowie eine weitere Förderung des Vorganges durch Verscherungen am Grunde höherer Schubmassen. Alle im vorigen genannten Punkte bestärken mich daher in der Auffassung, der sogenannte «exotische Glarner Flysch» könne nicht ultrahelvetisch beheimatet werden, sondern nur vor der späteren Frontzone der helvetischen Decke, das heisst in heute von

derselben, dem Tavetscher Massiv und dem Gotthard längst zugedeckten südlichen Aarmassiv-Räumen.

Eines besonderen und seit langem klassisch gewordenen Phänomens ist am Abschluss der vorstehenden tektonischen Analyse des glarnerischen Baues noch zu gedenken, des komplexen Baues des berühmten Lochseitenkalkes, wie er so schön an der klassischen Lochseite selber sich offenbart. Der Lochseitenkalk kann einerseits durchaus homogene Schürflinge enthalten, eine einzige Malm-Bank beispielsweise; er kann sich aber auch zusammensetzen, und tut dies auch, aus einer Mehrzahl von Einzelschürflingen sehr verschiedener Natur und einstiger Herkunft. So ist an dessen Aufbau neben Vorab-Malm wohl sicher auch Kreide aus der Tschepp/Vor[illegible]holle noch beteiligt, des weiteren auch Malm der Felsberger Scholle und [illegible]s-Linsen der Ranasca-Zone, oder schliesslich auch noch ausgewalzte Späne [illegible]er eigentlichen Griesstock-Decke der helvetischen Aussenfront. Bald dies, [illegible]ld jenes Glied bildet heute den mannigfaltigen Komplex des glarnerischen [illegible]ochseitenkalkes, in vielen Fällen aber fast alle zusammen. So ist es kein Wun[illegible]r, wenn der Hauptkalk der Lochseite zum Beispiel messerscharf aufgeteilt [illegible]d durch schwarzes Zerreibsel, das aus Flysch- oder Kreide-Horizonten de[illegible]orab stammen kann, wie schon Arnold Escher annahm, und so werden auch die höheren Triasspäne über dem eigentlichen Lochseitenkalk aus abermals primär höheren tektonischen Elementen, vor allem aus den Ranasca-Schuppen hergeschleppt worden sein. Alles in allem aber illustriert gerade dieser klassische Lochseitenkalk der Glarner Alpen in seinen so mannigfaltigen Erscheinungsformen und wechselnden Zusammensetzungen die besondere Grossartigkeit der Überschiebungsphänomene im osthelvetischen Raum, wo beim weiteren Vormarsch der helvetischen Decke unter deren Schubfläche eine ganze Reihe von verschiedenen Sondergleitbrettern in grossartiger Verschürfung in den einen Lochseiten-Komplex vorgeschleppt wurden, aus dem Calanda-Element des Tschepp und den Ranasca-Schuppen, und wo schliesslich auch noch Teile der unter der weiter vorgestossenen helvetischen Hauptdecke zurückbleibenden Griesstock-Decke demselben einverleibt wurden.

Was ist aber nun zum Bewegungsmechanismus in den helvetischen Decken der Glarner Alpen als Ganzes noch zu sagen? Darüber sei hier eine kurze generelle Betrachtung noch angefügt, denn erst dann werden wir auch gewisse Zusammenhänge und Gegensätze im Bau der Glarner Alpen dies- und jenseits der Linth und vor allem auch über dieselbe hinweg noch besser verstehen lernen.

Vom Mechanismus der Deckenbildung im Bereich der Glarner Alpen

Wenn wir den glarnerischen Deckenstapel erneut betrachten und versuchen, denselben auch mit den Nachbargebieten in natürliche Beziehung zu bringen,

ihn somit in einem grösseren Rahmen zu überschauen trachten, so fallen folgende, zum Teil schon altbekannte, zum Teil aber erst durch die neueren vergleichenden Studien erkannten Besonderheiten im Bau dieses klassischen Gebietes auf:

1. Die glarnerischen Schubmassen gehen samt und sonders, trotz ihrer reichen Untergliederung, in ihrer ersten Anlage auf einen einzigen grossen Vorgang zurück, die Abschiebung der primär über dem Tavetscher Kristallin – von dem im heutigen Tavetscher Massiv nur ein ganz kleiner Bruchteil noch frei beobachtbar vorliegt – zum Absatz gelangten Sedimentmassen als Ganzes, bis weit über das heutige Aarmassiv hinaus. Die glarnerischen Decken sind durchaus als Bruchstücke einer einzigen primären Einheit grossen Stils aufzufassen, die erst im Verlauf des komplexen und lang andauernden Überschiebungsvorganges, wenn in den frontalen Teilen auch schon bald nach Beginn ihres Vormarsches in Stücke gegangen ist und dabei in der Folge dann immer mehr sich auflöste in die verschiedenen bekannten Sonderschollen des heutigen Gebirges. Diese Aufsplitterung der primären Tavetscher Sedimentplatte anlässlich ihrer Vorscherung durch die Gotthard-Masse, das heisst die Aufteilung derselben zu den verschiedenen helvetischen Decken der Glarner Alpen, wurde dabei ursprünglich wohl ausgelöst durch das erneute Wiederaufleben der alten frühpermischen Brüche im nun gleichfalls, aber nur stark gehemmt sich vorbewegenden Tavetscher Grundgebirgssockel, das heisst jener Bruchzonen, die schon die Verteilung der permocarbonen Eruptivserien im Verrucano-Bereich geleitet hatten. Diese Bruchzonen im kristallinen Untergrund der langsam in Gang kommenden helvetischen Schubmasse setzten sich, über dem längs diesen Brüchen weiter sich differenziert bewegenden Untergrund, von diesem auch in die darüber gelegene helvetische Sedimentserie hinauf fort und trennten dieselbe auf in dadurch bald deutlich gesonderte Platten. Dabei hob sich jeweilen, entsprechend den alten, schon permocarbonen Anlagen, der Südflügel gegenüber dem Nordflügel des trennenden Bruches, so dass bei der weiteren Abschiebung der helvetischen Sedimentserie von ihrem Tavetscher Untergrund automatisch stets der südliche, etwas höher liegende Schichtstoss sich dem nördlich benachbarten, tiefer versenkten ganz natürlich aufschieben musste: der Mürtschen-Raum auf die ihm vorliegenden Schilt- und Griesstock-Elemente, der Axen-Abschnitt auf den besonderen Mürtschen-Raum. Bereits Abb. 4, S. 317, hat des näheren auf diese Zusammenhänge hingewiesen.

Auf diese grosse helvetische Gesamtüberschiebung geht auch zurück die Aufwühlung des dem nunmehrigen helvetischen Deckenkomplex einst vorgelagerten Raumes: dieses Vorland der helvetischen Schubmasse im alten Aarmassiv-Raum schob sich gleichfalls schärfer zusammen, in seinen südlichen Teilen zum System der heutigen Calanda-Decken – zu denen als höchste Abscherungsscherbe mit grösster Wahrscheinlichkeit auch die berühmte glarnerische Wildflysch-Decke samt dem

ttengrat-Flysch zu rechnen ist –, in seinen nördlichen Teilen zum gro
gen autochthonen Bau zwischen Vättis, Tödi- und Windgällenket
. Die helvetische Decke überfuhr ihr nördliches Vorland überall, zu
ndesten von den westlichen Ostalpen bis knapp nac
voyen hinein. In den westlichen Schweizer Alpen schob sie vor sich h
Komplex der Morcles-Decke, und in den östlichen Schweizer Alpen en
nd auf dieselbe Weise das System der Calanda-Decken und der subhelveti
en Flyschmassen. Im schweizerischen Westen blieb dabei der enger
sammenhang der helvetischen Schubmasse, die als Ganzes durch di
amten Schweizer Alpen und selbst darüber hinaus als eine grossartige tek
ische Einheit erster Ordnung geschaffen wurde, trotz an sich beträchtliche
rschlitzung in verschiedene und zum Teil auch sich deutlich ablösende Einzel
ekte gleichwohl noch weitgehend gewahrt: die Diablerets-Decke
cheint im schweizerischen Westen nur als eine kaum ernstlich vom Haupt
per der Schubmasse abgelöste tiefere Abspaltung der grossen Wildhorn
uptdecke. Im glarnerischen Osten jedoch erscheint der alte, an sich
mär gleichfalls erwiesene Zusammenhang aller dieser Elemente in gross
iger Weise zerstört; einerseits durch die vom Aarmassiv ausge
e besondere Bremswirkung auf den Vormarsch der helveti
en Schubmasse, anderseits aber auch – und vielfach ganz besonders – durch
weitgehenden Eingriff der grossen ostalpinen Schub
ssen in das darunter liegende helvetische System. Erst diese beiden tek
isch einst klar abseits der helvetischen Deckenzone stehenden Fremd

Bremsung hier eben eine derart starke war, dass die alten Frontteile der helvetischen Decke nicht mehr genügend weit nach Norden gelangen konnten, um heute im Gebirge überhaupt noch erkennbar zu werden.

Genetisch gesehen wäre an den beiden seitlichen «Abfällen» des Aarmassivs, mit dem Niedersinken der Achsen desselben, die Möglichkeit einer weitgehend analogen Aufgliederung der helvetischen Schubmasse gegeben gewesen, indem dort wohl deren Fronten an sich gleichfalls noch gebremst wurden, aber dennoch noch weit genug vorzustossen vermochten, dass wesentliche Teile derselben, in Form einer losgelösten Diablerets-Decke oder in der Gestalt der Clariden-Decken, die Nordabdachung des Aarmassivs noch erreichten beziehungsweise von den interneren Massen bis dorthin vorgeschleppt werden konnten. Die Diablerets-Decke des Berner Oberlandes, zwischen der Gemmi, Kandersteg und dem Kiental, ist, in Form der Gellihorn-Decke, wohl am ehesten noch ein gewisses westliches Abbild der Claridendecken der Glarner Alpen; aber die tektonische Aufgliederung der helvetischen Schubmasse bleibt auch da, im Berner Oberland, dennoch weit hinter jener im glarnerischen Osten zurück, indem dort der helvetische Hauptkörper – in Form der ostschweizerischen Glärnisch-Decke – die ihren helvetischen Untergrund scharf verscherende Wirkung der ostalpinen Schubmassen in tererster Linie zu spüren bekam. Aus diesem Grunde, zu dem sich wohl auch noch die primär grössere Breite des helvetischen Absatzraumes im Schweizerischen Osten gesellte, erreichte die Aufgliederung der helvetischen Schubmasse im Bereich der Glarner Alpen, das heisst im ganzen Gebirge zwischen Reuss und Rhein ihr Maximum. Schon gegen Engelberg hin mildern sich die Scherwirkungen der ostalpinen Decke, durch das in seinen Einzelheiten zwar nicht näher bekannte Zurückweichen der grossen oberostalpinen Hauptfronten vom Rätikon her über das Aarmassiv hinweg; die ostalpin bedingte Aufhaltung der helvetischen Decke lässt daher mehr und mehr nach – wenn auch der grosse zentralschweizerische Sondervorschub der Drusberg-Decke gleichfalls noch auf diese ostalpine Verscherung zurückzugehen scheint –, und dem mächtigen Schubplatten- und Schollenbau der Glarner Alpen weicht gegen Westen hin in stets zunehmendem Masse ein oftmals auffallend plastisch entwickelter, wenn auch von späten Brüchen oft noch beträchtlich zerhackter Faltenbau, wie ihn heute etwa die westliche Wildhorn-Decke besonders schön demonstriert. Vor dem Aarmassiv aber wird dieser plastische Bau der Wildhorn-Decke dennoch weitgehend auch zerschnitten durch listrische Flächen, deren Anlagen auf die jungen Vorstösse der Massivzone zurückgehen, die übrigens, gemäss den zahlreichen Erdbeben im Wallis, bis heute noch nicht zur völligen Ruhe gekommen sind.

Eine Besonderheit innerhalb der helvetischen Decken bleibt aber hier noch zu erwähnen, die geeignet sein könnte, die verscherende Wirkung der ostalpinen Schubmassen auf das darunter liegende helvetische System als nicht so massgebend für dessen Bau zu betrachten, wie es hier geschehen ist: Das ist der scheinbar normale Verband des Jura-Kerns des Canisfluh-Gebölbes im hinteren Bregenzer Wald zu seiner Kreide-Umhüllung. Es scheint an-

gesichts der unmittelbaren Nachbarschaft der ostalpinen Schubmassen und ihrer besonderen Vorstösse vom Rhein gegen das Allgäu hin höchst merkwürdig, dass gerade hier keine Sonderabschiebungen der südlichsten Vorarlberger Kreide vorkommen sollen, wo doch im Churfirsten/Alviergebiet diese Abscherungen der inneren Axen-Kreide von deren Jura-Unterlage grösste Ausmasse erreichen. Wohl liegt das Alviergebiet im Streichen ganz direkt unter den ostalpinen Massen des Rätikon und erscheint an sich die Canisfluh heute doch recht beträchtlich vor der ostalpinen Front der vorarlbergischen Kalkalpen, das heisst scheinbar klar ausserhalb derselben; aber diese Vorarlberger Kreideketten wurden im Grunde, wie das Allgäu zeigt, dennoch vom ostalpinen Block noch zum grössten Teil überstossen, durchaus ähnlich wie im [illegible] etwa die Churfirsten. Die normalen Verbände von Jura und Kreide a[illegible]anisfluh blieben somit nur verständlich, wenn wir annehmen dürften, [illegible]idlichen Kreideketten des Bregenzer Waldes seien, s[illegible] ihren Jura-Kernen an der Canisfluh, als Ganzes radikal n[illegible]irts vorgetragen worden, ähnlich wie zwischen Engelberg und den[illegible]rner Oberland die Jura/Kreide-Platte der westlichen Drusberg-Decke. [illegible]lche östlichen Analoga der Drusberg-Decke wären di[illegible]dlichen Kreideketten des Bregenzer Waldes bis hinaus an und z[illegible]Teil über die Fortsetzung der Wildhauser Mulde zwischen Fraxe[illegible] Bizau und dem Kleinen Walsertal anzusprechen, samt dem Jura-Kern der [illegible]isfluh, und diese östliche Drusberg-Einheit, seit langem übe[illegible]s schon bekannt und auffallend durch ihre ganz besonders südhelvetische Faziesentwicklung, würde dann in grossem Bogen vorgeprellt sein zwischen Wildhaus, Schellenberg, Hoher Kugel und dem vorderen Klein-Walsertal, konform der heute dahinter noch erhaltenen ostalpinen Restfront zwischen Rätikon und hinterem Allgäu. Feldkirch, Hoher Freschen, Canisfluh und Hoher Ifen würden damit zu Hauptobjekten der östlichen Drusberg-Decke, die nördlichen Vorarlberger Kreideketten – mit der Winterstauden vor allem – die östlichen Ausläufer der südlichen Säntis-Falten, die als Ganzes auch ihrerseits, wie der besondere Vorstoss der Hohen Kasten-Elemente scharf über die übrigen nordostwärts niedertauchenden äusseren Säntis-Falten dies grossartig demonstriert, in grossem Sonderbogen vor der Kalkalpen-Front Vorarlbergs und konform derselben, dem Osten zu ziehen. So begleiten Säntis-, Churfirsten- und Alvier-Elemente im Westen, die Vorarlberger Kreideketten im Osten des st.-gallischen Rheintals in einem grossartigen Bogen die hinter ihnen liegende ostalpine Schubfront. Die scheinbaren Widersprüche in den Abscherungsverhältnissen der südhelvetischen Kreide gegenüber de[illegible] Basis, die die Normalverbände an der Canisfluh zunächst verm[illegible] finden durch diese letzten Überlegungen ihre ganz natürliche Lösung.

Im einzelnen lassen die Schubschollen des glarnerischen Deckensyste[illegible] durchweg immer wieder einige besonders auffallende Eigenheite[illegible]

ıen, die wir noch im Zusammenhang betrachten müssen, weil sie auch all-
ein-deckenmechanisch von grösstem Interesse sind.

Der Schubschollenbau im glarnerischen Deckensystem

zeigen die einzelnen Elemente folgende Eigenheiten:

Immer wieder zeigt sich die Tendenz zu einer Stirnbildung,
ıgt durch einsetzende Stauung in den vorwandernden beziehungsweise
ihrem Hinterland vorgeschobenen Massen an einem vorgelagerten Hin-
s.

ıe erste solche Stauung an der Gesamtfront der helvetischen
k e enthüllt sich in klarer Weise in der Stirn der Griesstock-
k e westlich des Klausenpasses; doch wurde schon wenig weiter östlich
klassische primäre Griesstock-Stirn des oberen Schächentales von den am
)bruch des Tödi-Massivs stärker nachdrängenden Massen bald völlig über-
n, zerrissen und zerstört, und gelangten deren etwas internere Teile, radi-
·orgeschert, in der Folge bis unter den Glärnisch ob Glarus – als die
ge Stöckli-Serie – und schliesslich sogar an den Alpenrand – im Zuge der
ten.

ı zweiter Ansatz zur Bildung einer Staufront schuf, schon wenig hinter der
stock-Front, in der südlich derselben verbleibenden helvetischen Schub-
e die Stirnanlagen in den Schilt-Elementen der Cla-
: n k e t t e, die dann aber ebenfalls bald steckenblieben, aber immerhin die
·e Griesstock-Decke primär doch schon um einen schönen Betrag überfah-
eziehungsweise überstossen haben.

ıe weitere Frontbildung erkennen wir dann am Aussenrand der Glärnisch-
e in den Schilt-Elementen östlich der Linth, die sich auf-
en in eine komplex gebaute Schilt-Stirn zwischen Ennenda und
Rässegg – die aber zwischen Schwanden, Linthal und der Claridengruppe
noch stärker differenziert – und eine geschlossene, wenn auch gleichfalls
in Einzelfalten zerlegte Gufelstock-Stirn zwischen Murgsee,
)ort–Sool und dem Bützistöckli.

ıe besonders wichtige Stirnbildung innerhalb der helvetischen Gesamt-
)masse erfolgt aber am Aussenrand des helvetischen
ı p t d e c k e n k ö r p e r s in der Mürtschen/Axen-, das heisst in der
n t a l e r - D e c k e, im Bereich einer heute abermals weitgehend zerstör-
nd sekundär schwer verscherten Mürtschen-Stirn, an die endlich
'ront der eigentlichen Axen-Decke zwischen Schwaldis, dem Deyen-
und Isental angeschlossen ist. Darüber hinaus stiess als abermals «inter-
› Deckenfront im helvetischen System in einer ersten Etappe der Absche-
der helvetischen Kreidedecken deren Aussenrand bis in den Säntis
m Anschluss an eine zweite Etappe der genannten Abscherungen ihrerseits
gt von einer weiteren im Bereich der Wiggis/Drusberg-Decke.
i ist ganz gleichgültig, ob in diese jüngeren Stirnbildungen jeweilen nur

gescherte Kreide und das Tertiär des inneren Axendecken-Rückens ein
en wurde – wie im glarnerischen Osten – oder ob auch mitverscherte Teil
rassischen Unterlage dieser Kreide/Tertiär-Platten noch Stirnscharnier
, wie von der Reuss nach Westen gegen das Tal von Engelberg, oder ob
sslich – wie in der Axen-Platte des Urirotstocks – selbst der Lias, oder an
ürtschen/Fronalpstock-Stirn sogar noch die Trias deutliche Stirnschar-
erkennen lassen.

kommt somit an der Front jeder neuen Abspaltung
rhalb der helvetischen Schubmasse zu Stirnbil-
gen, das heisst zu immer neuen und jüngeren frontalen Stauun-
bei der Vorbewegung der sukzessive hintereinander sich herausbildenden
elschollen.

Ein zweites Charakteristikum des glarnerischen Deckenbaues, aber keines-
etwa auf denselben beschränkt, sondern in den ganzen Alpen allgemein
erbreitet, bildet gewissermassen das Gegenstück zu den frontalen Stau-
rscheinungen: es ist die jeweilige Ausscherung der tektoni-
n Teilelemente gegen ihre ursprünglichen Heimat-
he, das heisst gegen Süden beziehungsweise Südosten hin. Jede ein-
e Sonderscholle dünnt gegen ihre nächstfolgende
rnere Scholle hin aus; ja selbst die höchsten helvetischen Ele-
des internen Hauptdeckenkörpers der Glärnisch-Decke werden von
Ausscherung und von diesem Auskeilen gegen die Deckenwurzel hin
wegs verschont, wie das seit langem bekannte südwärtige Auskeilen der

g-Platte gegen Südosten und Osten hin unter der Verrucano-Front der Glar- Überschiebung bald auskeilen und verschwinden, oder die Elemente des ilt, die nicht einmal mehr den Eingang ins Sernftal erreichen, sondern vor Gufelstock-Scholle als dem inneren Teil der Schilt-Decke zwischen dem gblock des Schilt im Norden und Schwanden–Hätzingen im Süden, in der lenruns-Serie und von da gegen das Diestal und den Fuss des Bützistöckli, immer dünneren Resten zusammenschwinden. Das gleiche Bild zeigt auch etwas internere Gufelstock-Scholle zwischen dem oberen Murg- der Gegend östlich von Engi und der Basis des Hahnenstockes, das heisst n hinteren Durnachtal.

. Grössere Ausmasse erreicht die Ausscherung der rückwärtigen Abschnitte tektonischen Einzelschollen und deren Verdünnung und schliessliches Aus- len gegen die nächsten Hauptschollen hin im besonders komplex gestalteten um der stirnwärtigen Abteilung der helvetischen Hauptdecke, das heisst in Mürtschen-Decke.

Dieselbe zerfällt heute in drei gesonderte tektonische Stockwerke, die Elggis- holle, die Forrenstock-Platte und die eigentliche Mürtschen-Scholle. Die ggis-Scholle ist gegen innen abgerissen bereits in den Ennetbergen ob Glarus er am Schilt. Die Forrenstock-Platte dünnt aus unter dem Kern der eigent- hen Mürtschen-Scholle am Heustöckli und im Spanneggsee-Kessel, vielleicht ch noch auf der Mürtschenalp, in der Glärnischgruppe zwischen Guppen und chsingen. Die eigentliche Mürtschen-Scholle aber spitzt im glarnerischen esten schon scharf gegen Süden aus zwischen der Büttenenwand, dem vor- ren Klöntal und der geschlossenen Axen-Decke des Glärnisch, so dass nur imale und unter sich isolierte Fetzen derselben noch die Südseite dieses Berg- assivs erreichen, vor allem in der oberen Dohlen-Serie SCHINDLER's.

Gegen Süden hin keilt so die grosse Mürtschen-Scholle schon vor der Glär- sch-Nordwand rasch aus und zeigt von da gegen Süden nur mehr verlorene hürflinge bis hinein nach Luchsingen und nur vielleicht noch bis in die Lias- herben der Fritterenalp, das heisst die südliche Braunwalder Zwischendecke. Weiter gegen Südosten hin aber sind solche Ausscherungserscheinungen vor- st noch schwer zu erkennen. Dort stellt in der Magerraigruppe über Mürt- hen-Verrucano und Trias erstmals der Lias sich ein, der bereits als eine Ver- tung der Axen-Decke betrachtet werden muss, da westlich der Linth diese ufe fast ausschliesslich auf die sichere Axen-Decke beschränkt ist und nur er die nähere Zugehörigkeit der Braunwalder Zwischendecke Zweifel be- hen, der Lias der Glärnischgruppe aber, obwohl mit einigen faziellen Differen- rungen, doch zweifelsfrei in jenen des St.-Galler Oberlandes beidseits Flums erleitet. Die von der HELBLING-Equipe und R. TRÜMPY gemachten Beob- htungen im Gebiet zwischen den Flumserbergen, dem Walenstadterberg und r Alvier-Basis des Seeztales lassen aber heute dennoch ein durchaus analoges skeilen der Mürtschen-Scholle des Walenseegebietes gen die inneren Teile der helvetischen Gesamtschubmasse erkennen. Dasselbe tspricht recht deutlich dem durchaus analogen wurzelwärtigen Auskeilen der irtschen-Elemente des Reussgebietes, zwischen Jochpass und dem

thtal, unter der südlichen Axen-Kette und im Lochseitenkalk des Klausen
bietes.

4. Im St.-Galler Oberland bleibt zunächst durchaus klar, dass zwi
nen dem Mürtschen/Gufelstock-Gebiet und dem Weisstannental, ja bis in di
auen Hörner hinein, ohne jeden geringsten Zweifel eine durchaus einheit
he, praktisch in sich geschlossene Verrucano-Masse vorliegt, die die gemein
ne Basis beziehungsweise Unterlage sowohl der «Mürtschen»- wie de
xen»-Sedimente bildet. Der helvetische Hauptdeckenkörpe
eidet bis an den Vorab, ja sogar bis in die südliche Vorabgruppe hina
ine weiteren grösseren Verscherungen in seiner Verru
no-Basis, sondern nur mehr, – dafür in ihrem Ausmass allerding
chtige – Verschürfungen innerhalb seiner mesozoi
hen Rückensedimente. Dieselben sind in ihren inneren Teilen i
nz grossartigem Masse nach vorn geschert worden, illustriert durch das be
ndere Vordringen der Dogger/Malm-Kerne des nunmehrigen Axen-Ab
nittes über die mit ihrer Verrucano-Basis schliesslich auch nicht mehr siche
d deutlich verbundenen, sondern gleichfalls schon verscherten Sedimentstöss
r heutigen Mürtschen-Serie. Diese Vorscherung der Axen-Elemente vollzo
h nördlich des Seeztales fast überall über dem Dach des Axen-Lias, in de
chanisch besonders beweglichen, zu internen Gleitungen bereiten Aalé
nschiefern; denn der Lias blieb dabei grösstenteils noch solidarisch
t seiner Trias- und Verrucano-Unterlage. Er wurde am Grunde des mächti
rgescherten Dogger/Malm-Schollenpaketes nur intensiv in sich zusammen

durchaus unversehrt und bildet dort nur jene tektonisch praktisch einheitliche Platte, über die hinweg dann die internere Jura/Kreide-Bedeckung derselben separat vorstiess über die externeren Sedimente: die abgescherten internen Teile des helvetischen Hauptdecken-Rückens schoben in der Axen-Decke sich vor über die schliesslich gleichfalls dann auch ihrerseits noch vorgescherten externeren Teile desselben, das heisst über die heutigen Mürtschen-Elemente, von welchen vielleicht nur die basale Scholle der Forrenstock-Platte noch enger mit ihrem Verrucano verbunden geblieben ist.

Aber auch da lässt sich immer wieder ein Ausdünnen dieser Sondereinheiten gegen die Wurzel hin feststellen: zunächst in der Verrucano-Platte der Mürtschen/Axen-Decke, im Piz Sol-Gebiet und dann vor allem im Süden des Vorab, wo zwischen Flims, Panix und Brigels deren interne Teile praktisch auskeilen, dafür aber von höheren Verrucano-Massen, den Ilanzer-Tavanasa-Zavragia-Schollen, auf Distanzen bis zu 6 km scharf überfahren werden: schon im Vorab wird die bis dahin einheitlich gebliebene Masse des Mürtschen/Axen-Verrucano in sich schärfer zerschlitzt durch dünne Sedimentlinsen, dann aber vom Andester und vom Ilanzer Verrucano einheitlich überschoben und dabei zu den Panixer Schuppen zusammengestossen. Da liegt klar ein schärferer tektonischer Schnitt im innersten Glarner Verrucano, der bisher allerdings als der Ausdruck der Überschiebung der Axen-Decke über die Mürtschen-Decke gedeutet wurde. Wir werden aber sofort sehen, dass dies in dieser Form nicht zutrifft, sondern dass diese bündnerische Auftrennung der Glarner Verrucano-Kerne einen anderen, zwar nicht minder bedeutungsvollen Schnitt innerhalb des helvetischen Deckenpaketes darstellt und einen anderen Sinn hat als bisher in der offiziellen Lesart angenommen worden ist.

In gleicher Weise wie innerhalb der Mürtschen/Axen-Verrucano-Platte, die als einheitliche Basis sowohl der Mürtschen- wie zum mindesten einer externen Hälfte der Axen-Decke zugrunde liegt und damit diese tektonischen Sonderschollen der Glarner Alpen miteinander direkt verbindet, lässt sich aber ein wurzelwärtiges Ausdünnen und schliessliches Auskeilen auch feststellen innerhalb der eigentlichen Mürtschen-Serie des Walenseegebietes. Von der mächtigen Entwicklung zwischen Wiggis-Unterbau, Mürtschenstock und Quinten reduziert sich die Mürtschen-Schichtreihe schon gegen Walenstadt hin recht bedeutend: die Mürtschen-Kreide wird ausgeschert; der Malm von Quinten erreicht wohl noch den Felsgrund der Seeztalfurche bei Walenstadt, weiter östlich muss er aber, schon aus rein räumlichen Gründen, zwischen seiner normalen Dogger/Lias-Unterlage und einer bescheidenen Rückenschuppe in der sogenannten «Walenstadter Zwischendecke» in spitzem Keile enden. Aber auch die genannte Walenstadter Rückenschuppe der Quintner Mürtschen-Serie spitzt schon wenig weiter südöstlich zwischen Tscherlach und Berschis aus; sie endet praktisch in einer Mulde des Flumser Lias – wie TRÜMPY dies beschrieben hat – und wird durch dieselbe gegen hinten abgeschlossen. Weiter seeztalaufwärts existiert daher im tektonischen Sinne keine eigene Mürt-

en-Serie mehr, sondern dieselbe spitzt als ein tektonisches Haupt-
ent der nördlichen Glarner Alpen hier endgültig aus und darüber
sich, auf den Lias von Flums, das Dogger/Malm-Schollenwerk des Alvier-
terbaues: vom Fusse des Gamsberges unter der Palfries-Terrasse
h bis hinein nach Sargans, den Schollberg und die Luziensteig.
ber ist dieses an sich unzweifelhafte Axen-Element hier wirklich nur
ine einzige tektonische Einheit aufzufassen? Bis hinein zum Fläscher-
? Gibt es hier nicht doch abermals eine wichtigere Trennung, die vielleicht
r einen tieferen Sinn hat, auch innerhalb dieses Axen-Komplexes?
innern wir uns daran, dass auch in der Axen-Decke westlich der Reuss
er der gewöhnlich besonders betonten Unterteilung derselben in eine
ere» und eine «obere» Urirotstock-Decke, die dem Mürtschen- und dem
n-Element der Glarner Alpen entsprechen können, noch ein weiteres wich-
Bauglied erscheint, die Dogger/Malm-Basis der Drusberg-
ke in der Hutstock-Schuppe im Westen von Engelberg, die das ganze dem
er-Unterbau so weitgehend analoge Schollenwerk des Engelbergertales
t, als die oberste Scholle der dortigen Wildhorn-Decke. Durchaus Analoges
aber tatsächlich eben auch vor im klassischen Querschnitt des Seeztales,
en genauere Auflösung wir den unermüdlichen Bemühungen ROBERT
BLING's verdanken. Diese Dinge sind für die ganze weitere Auflösung des
etischen Systems von solcher Wichtigkeit, dass auch hier noch darauf ein-
ngen werden muss; denn erst dann finden auch die näheren Heimaträume
helvetischen Kreidedecken eine genügende Abklärung

Alvier-Kreide zu postulieren. Das ist nach den Abmessungen auf den maßstabgerechten Helblingschen Aufrissen durch die Churfirsten- und Alviergruppe ohne weiteres möglich. Rund 15 km ursprünglichen Säntiskreide-Raumes stehen einem Churfirstenkreide-Raum von 15 bis 20 km entgegen. Die Säntis-Kreide ist ohne jeden Zweifel an die Front des Alvier-Schollenpaketes anzuschliessen, die Churfirsten-Kreide dagegen an internere Abschnitte dieser Jura-Schollen. Damit würde die Säntis-Kreide von der heutigen Axen-Front von Schwaldis über dem Walenstadterberg zurückreichen bis über Flums hinaus und an den Fuss des Gspaltenberges unter Palfries. Aus jener Gegend aber stösst, gewissermassen als eine weitere und deutliche Hauptfront der Alvier-Schollen, die Malm-Schuppe der Strahlegg ganz besonders über die ihr vorliegenden Jura-Pakete; an diese Strahlegg-Front schliesst das besonders komplizierte, durch Stauung an der genannten Strahlegg-Front gut begründbare Schollenwerk des Tschuggen sich an, zu dem auch der Gonzen noch gehört, gefolgt von den weiteren Rückenelementen des Schollberges und des Fläscherberges beidseits des Rheins. Dieses Schollenpaket zwischen Strahlegg und Fläsch ist die primäre Basis der Churfirsten-Kreide, die heute so weit darüber hinaus vorgeschürft worden ist. Was ich seinerzeit zwischen Schwaldis und dem Fläscherberg in meinem «Bau der Glarneralpen» noch zusammengefasst hatte als die sogenannte «Gonzen-Zone» der Mürtschen/Axen- beziehungsweise der Axen-Decke, das ist heute sinngemäss aufzugliedern in zwei gesonderte Komplexe: einen externeren, in dessen Mitte praktisch Tscherlach liegt und der darum der «Tscherlach-Komplex» genannt sei, und einen interneren, der sich nach seinem besonders schönen Innenbau am Tschuggen bei Sargans als Tschuggen- oder vielleicht sogar eher noch als die eigentliche «Sarganser Serie» benennen liesse.

Die Tscherlach-Schollen würden die primäre Heimat der Säntis-Kreide bedeuten, die Sarganser-Schollen jene der Churfirsten/Alvier-Kreide. Aus dem Dach der Sarganser-Schollen wurde die Churfirsten/Alvier-Kreide vorgeschert, aus jenem der davor liegenden Tscherlach-Schollen die Säntis-Kreide. Dabei stiess die Churfirsten-Kreide die Säntis-Kreide aktiv vor sich her und überfuhr sie an ihrem Westende auch noch über kurze Distanz, in der Überwältigung des Mattstockes durch die Churfirsten-Front. Die bekannte Scharung der Säntis-Falten im oberen Toggenburg ist der natürliche Ausdruck dieser gegen Südwesten sich verstärkenden Bedrängung des Säntis durch die Churfirsten-Masse.

Es ist somit doch ein eigentlicher Säntis-Heimatraum von einem Churfirsten/Alvier-Heimatraum klar abgetrennt, und erst diese Auftrennung entspricht der besonders westlich der Reuss dann in voller Schärfe entwickelten Ablösung der auch die Wiggis- und Räderten-Elemente mitumfassenden Drusberg-Decke der Zentralschweiz vom tieferen Hauptkörper der Wildhorn-Masse des Berner Oberlandes.

Von Engelberg reicht diese Auftrennung an der Basis der Hutstock-Schuppe der Axen-Decke über den Brünig bis an den Brienzersee und zieht von da über Iseltwald gegen Interlaken, entweder in die Schwalmeren- oder die Standfluh-

pe ins Engstligental hinein: Die Faulhorngruppe entspricht dabei – genau las Engelberger Schollenwerk und jenes des Alvier-Unterbaues – im gros- em eigentlichen Axen-Komplex, die Kreide des Brienzergrates ist ein Rest stschweizerischen Drusberg-Decke. Es handelt sich somit hier um eine spaltung des helvetischen Hauptdeckenkörpers von besonderem Ausmass und es ist daher höchst wahrscheinlich, diese weitgehende Aufspaltung sich auch im Kernbereich des Glarner rucano noch fortsetzen könnte, und zwar am ehesten wohl in der im Norden des Ilanzer Verrucano oder in jener vor den ester Schuppen. Die Verbindungslinie zwischen der tiefsten Auf- ung der Alvier-Basisschollen, wo übrigens die Tscherlach-Scholle unter Tschuggen-Element gegen Südosten hin schliesslich – wie fast alle helveti- Teileinheiten – auskeilt, und dem Ausbiss der eben genannten Fuge im ucano des Bündner Oberlandes zeigt auf jeden Fall fast genau das eichen des Glarner Bogens, das ja auch die Alvier-Schollen zweifellos beherrscht. Weitere Untersuchungen über diese Zusammen- e, vom Sarganserland quer über die Tödi-Kette hinweg, lohnen sich daher em Falle.

s aber passiert mit diesem ganzen, die ursprüngliche Anordnung der ver- denen Einzelzonen noch klar erkennen lassenden osthelvetischen Schollen- m des Mürtschen/Axen-Komplexes und den davon abgescherten Kreide- en im Westen der Linth? Das ist mechanisch und genetisch wohl rösstem Interesse. Neuerliche Überprüfung der Zusammenhänge über die

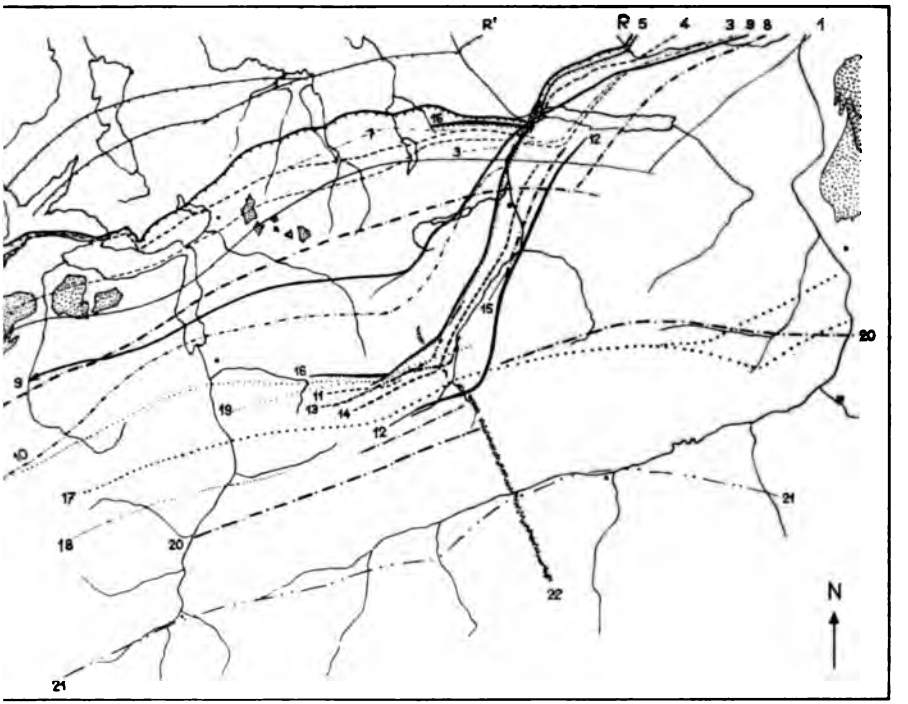
borgene – Objekt der Mürtschen-Stirn vorliegenden näheren Angaben sind spärlich, aber doch nicht so widersprechend, wie dies auf den ersten Blick scheinen mag. Arbenz zieht in seinen Übersichtsprofilen durch die helvetischen Alpen von 1934 die Mürtschen-Stirn an sich wohl etwas über die Amdener Mulde und die Obersee-Mulde hinaus, doch ist mit der von Arbenz bis dorthin vorstossenden Mürtschen-Stirn zweifellos bloss die Flifalte bei Weesen gemeint, während die eigentliche, durch Kreide umhüllte Jura-Stirn doch weiter hinten anzunehmen ist. In seiner «Geologie der Schweiz» lässt Albert Heim im Sinne von Arnold Heim die Mürtschen-Stirn gerade noch die Amdener Mulde erreichen, in der Wiggisgruppe aber bereits den Untergrund des Brünnelistockes im Oberseetal. Die Mürtschen-Front würde so, gemäss dieser Heimschen Annahme, um volle 5 km ausserhalb der Klöntaler Furche gegen Westen abziehen. Oberholzer lässt in seinem grossartigen Glarner Werk die Mürtschen-Stirn östlich der Linth wie Arbenz mit der Flifalte im Norden der Amdener Mulde enden, westlich der Linth aber erst knapp im Untergrund von Fridlispitz und Riseten, somit weit vor der Obersee-Mulde. Der genauere Verlauf der Mürtschen-Stirn im Westen der Linth ist aber heute wichtig, weil je nach dem konkreten Verlauf dieser Mürtschen-Stirn die Faziesunterschiede zwischen der Mürtschen-Decke des Wiggis und den Axen-Elementen des Glärnisch ganz wesentlich anders beurteilt werden können und auch andere tektonische Deutungen möglich werden.

Ich sehe heute die Dinge im grossen, wie im «Bau der Glarneralpen» dargelegt: die eigentliche Mürtschen-Stirn endet im Osten der Linth unter dem Südostflügel der Amdener Mulde, in welche die Kreide-Serie der Churfirsten-Platte samt dem Säntis-Abschnitt quasi über diese Mürtschen-Stirn hinabgeglitten ist, und ich betrachte damit das Streichen der Amdener Mulde als ein wesentliches Indiz auch für das Streichen der direkt hinter derselben in der Tiefe verlaufenden Mürtschen-Stirn. Dieselbe würde somit aus der Obertoggenburger und Wildhauser Richtung gegen die Linth hin sich deutlich zurückziehen gegen Südwesten, womit auch die Komplikationen in der Mürtschen-Decke über dem Escher-Kanal noch gut übereinstimmen. Der nördlichste Aufschluss der Mürtschen-Decke westlich der Linth liegt wenig südlich von Näfels, hier sogar noch mit schwachen Andeutungen einer Stirn-Umbiegung. Nach der sicher berechtigten Annahme, die Mürtschen-Stirn ende unter dem inneren Abfall zur Amdener Mulde, würde somit diese Stirn von Näfels weg irgendwie unter dem Rautispitz durchziehen, in welcher Richtung der vordere Klöntalersee gerade noch erreicht werden könnte. Da aber die Achse der – zwar fälschlicherweise – als direkte streichende Fortsetzung der Amdener Mulde betrachteten Obersee-Mulde in fast westlicher Richtung gegen den darauf aufgeschobenen Brünnelistock hinstreicht, so wäre auch ein Gegen-Westen-Abdrehen der Mürtschen-Stirn vom Rautispitz-Sektor gegen das hinterste Wägital an sich denkbar, womit auch die Details am Nordende der Mürtschen-Scholle des Wiggis übereinstimmen könnten. Da jedoch in der Wiggisgruppe nicht nur eine Obersee-Mulde für sich allein existiert, sondern auch ein sehr

sprochenes Axialgefälle der dortigen Kreideserien gegen die auf-
l scharfe Achsenflexur des hinteren Wägitales, vor allem auch schon
alen Niedertauchen der Wiggiskreide unter jene der Räderten-Decke im
eren Oberseetal, etwa zwischen dem Sulzboden und dem Lan-
gpass, so wird eine dieses rasche axiale Niedertauchen der Wiggis-Decke
indesten begünstigende, wenn nicht direkt mitbedingende Mürtschen-
das heisst ein Verlauf derselben aus der Gegend von Näfels und des
ispitz gegen das vordere Klöntal hin sehr wahrscheinlich. Und
icht im Gipfelbau des Wiggis und des Rautispitz ein deutliches Abknik-
r Wiggis-Serien über eine solche Mürtschen-Stirn gerade noch einiger-
n zutage, und könnten nicht sogar die Komplikationen im Gebiet des Wig-
li bereits als solche in einer gegen Südwesten streichenden Mürtschen-
gedeutet werden? In diesem Zusammenhang sei endlich auch darauf hin-
sen, dass auch die Obersee-Mulde keineswegs direkt in die Amdener
fortstreicht, sondern dieselbe erst nach einer jähen Knickung ihrer
im Osten der Neuenalp-Klippe ob Mollis erreichen kann, die ihrerseits
ie direkte östliche Fortsetzung der Obersee-Mulde – in deren Unter-
– vorstellt.

scheidend dürfte schliesslich aber für die Beurteilung des Mürtschen-
Streichens auch der von Glarus an so krass in südsüdwestlicher, ja süd-
Richtung zurückweichende Bogen der Schilt-Elemente,
eisst der Hauptfront der Glarner Gesamtschubmasse sein. Wenn diese
front der Glärnisch-Decke in den Schilt-Elementen derart krass
n Süden zurückweicht, bis ihre Stirnscharniere in der östlichen

Mürtschen-Front hätte dann nur mit dem altangelegten Nordost-Streichen ır einst vorgelagerten externen Hauptfronten noch überschritten. Die ıssung, es liege am vorderen Klöntalersee ein Stück tschen-Stirn zur menschlichen Einsicht frei zu Tage, scheint mir



ɔb. 8 **Der Verlauf der helvetischen Deckenstirnen und der Aarmassiv-Elemente im Raum der Glarner Alpen zwischen Reuss und Rhein**

Fronten der Abscherungsdecken des Mürtschen/Axen-Systems: I. der internen: ɔrusberg–Alvier-Stirn; 2 = Räderten–Churfirsten(?)-Stirn; 3 = Obersee-Mulde–ıer-Mulde; 4 = Wiggis–Säntis-Stirn. II. der externen: 5 = Säntis–Bächistock-6 = Pilatus-Stirn. III. der frontalen: 7 = Aubrig-Stirn.

Stirnen der Mürtschen/Axen-Decke s. str.: 8 = Axen-Stirn (der oberen Urirotstock-); 9 = Mürtschen-Stirn (der unteren Urirotstock-Decke); 10 = Forrenstock-Stirn (der en-Scholle); 11 = Kammlistock-Stirn (= Elggis-Stirn ?).

Stirnen der Schilt/Clariden-Elemente: 12 = Gufelstock-Stirn; 13 = Gemsfayren-Stirn; Kammerstock-Stirn; 15 = Ennendaner-Stirn; 16 = Griesstock- und Wageten-Stirn.

treichen der aarmassivischen Elemente: 17 = Windgällen- und Calanda-«Stirnen»; Windgällen–Fernigen-Mulde; 19 = Belmeten/Unterschächen–Tierfehd-Front und Erst-Nordabbruch; 20 = allgemeines Aarmassiv-Streichen und Glarner Deckenscheitel der Linth bis Vättis; 21 = heutige Gotthard-Front; 22 = Limmern/Frisal-Querlinie.

Alpenrand; R' = Front der subalpinen Molasse; punktierte Flächen = ostalpine Reste ıen- und Rätikon-Trias).

er mechanisch-genetisch sehr gut begründet; ich habe bereits auf Seite 314
n neuerdings darauf hingewiesen.
atürlich hat aber diese Mürtschen-Front im weiteren Hinterland
Glarner Hauptfront, das heisst im Rücken der Stirnlinie der
nerischen Schilt-Elemente, in ihrem Streichen jene jähen Knickun-
, die sich im Verlauf der Schilt-Fronten zwischen der hinteren Linth und
Gemsfayrenstock so grossartig abzeichnen, wenigstens in abgeschwächter
n noch irgendwie mitgemacht. Es ist also nicht so, dass diese Mürt-
n-Front von ihrer heutigen Lage im vorderen Klöntal etwa quer unter dem
en Glärnischstock hindurch einfach in der Richtung auf den Urnerboden
gar den Kammlistock sich ungestört fortgesetzt hätte, sondern die Mürt-
n-Front wird einst hinter den Glarner Fronten eine ähnliche Knik-
g wie diese aufgewiesen haben, die sich dann auch irgendwie erhalten
e beim späteren Überschreiten der Glarner Fronten durch die grosse hel-
sche Haupteinheit der Mürtschen/Axen-Decke. In der Tat kann heute die
chende Fortsetzung der glarnerischen Mürtschen-Front in den basalen
en der zentralschweizerischen Axen-Decke, im südlichen Axen-Lappen und
unteren Urirotstock-Serie gesehen werden, und die brüske Achsen-
xur in den Glärnisch- und Silberen-Elementen im Rossmattertal
n ohne weiteres als Auswirkung der in der Tiefe auch unter dem
irnisch noch weiter südwestwärts fortstreichenden
rtschen-Stirn betrachtet werden, bevor dieselbe dann, wohl schon
lich der Silberen, dann weiter, in westglarnerischem Sinne,

segmentes über das andere kam. Diese Knickungen berühren dann die tektonische Aufgliederung des benachbarten Gebirges in oft unvorhergesehener und durchaus brüsker Weise. Diesen Knickphänomenen im Bau der Glarner Alpen haben wir uns daher noch etwas näher zuzuwenden, denn sie werden uns manches und sogar Entscheidendes in deren Eigenheiten besser verstehen lassen.

c) Die Knickungen zwischen verschiedenen Bogensegmenten des glarnerischen Deckensystems sind an sich in allererster Linie auf zwei Dinge zurückzuführen, die beide, zu verschiedenen Zeiten allerdings, auf der unterschiedlichen Rolle begründet sind, die das Aarmassiv bei der Ausgestaltung des alpinen Gebirgsbaues gespielt hat.

In einer ersten Phase der alpinen Deckenbewegung wurden die Fronten der helvetischen Schubmassen durch das damals noch vor ihnen gelegene Aarmassiv gebremst und blieben somit gegenüber den benachbarten Deckenteilen, die keinen solchen vorgelagerten Aarmassiv-Widerstand oder zum mindesten nur einen weit geringeren zu überwinden hatten, im Hintertreffen: seitlich neben dem Massiv stiessen die helvetischen Fronten relativ ungehindert und daher weit über das autochthone Vorland vor, hinter dem Massiv aber blieben sie schwer gehemmt und auch in vermehrtem Masse in sich aufgespalten zurück, bis es zu jener gewaltsamen Vorschleppung der ungehemmten Schubmassen kam, an welcher die primären Schubfronten schliesslich zerrissen und in ihrem Verlauf jene gewaltige Vorknickung erfuhren, die wir von der Claridenkette bis weit über Glarus hinaus an der helvetischen Hauptfront der Schilt-Elemente kennen und zu der zweifellos auch die als erste dahinter nachrückende Mürtschen-Front vor dem hinter ihr vorwandernden helvetischen Hauptdeckenkörper in hohem Masse noch gezwungen wurde. Das Streichen der heutigen Mürtschen-Stirn im Sinne des durch die Massivecke im Tödigebiet zurückgebremsten «Glarner Bogens» ist somit ein Erfolg der erwähnten, durch die Bremswirkung des Aarmassivs provozierten Knickung aller Achsen. Daneben ist als sicher anzunehmen, dass auch das äusserste Sonderglied der helvetischen Schubmasse, das heisst das spätere Griesstock-Element, durchaus analoge Knickungen erlitten hat, die schliesslich, beim Überschreiten des Massivs durch die helvetische Hauptmasse und im Gefolge der weiteren Vorschleppung unter derselben, zum eigentlichen Zerreissen der alten Griesstock-Stirn führten. Der westliche Teil erreichte infolge der Aarmassiv-Bremsung nur das obere Schächental, der östliche aber wurde, und zwar besonders der primäre Hangendflügel, zunächst abgeschleppt bis vor die Mürtschen-Front, wo er in einer ersten Etappe seiner Leidensreise steckenblieb, als ein gleichfalls mit dem «Glarner Bogen», das heisst praktisch fast NS-streichender, bereits völlig abgerissener Schürfling, der dann beim Vorschub der weit jüngeren, im Westen der Linth deutlich gegen Norden strebenden Kreidedecken nochmals verdreht und schliesslich vorgeschert wurde zur Kette der Wageten.

...gungen Grundkonste
im Prinzip auch nur sehr wenig, als die glar
vorgelagerte Massivschwelle schliesslich do
sogar noch weit über dieselbe hi
aber wurden die bereits bestehende
Bogen» und «Aarmassiv-Bogen» bei diesem
beträchtlich verstärkt: der Gla
immer weit leichter vor als sein westlicher N
Alpen, und derselbe wurde daher im besonde
weiter bedrängt. In der östlichen Gr
passten gewisse Faltenelemente dem östlich
sich an oder wurden vielmehr zu einer solch
mag dabei auch schon zu seitlichen Ü
lem Übergreifen östlicher Segmente
über westlichere gekommen sein. Möglicher
pelung der glarnerischen Mürtschen-Deck
Wiggis-Scholle und die Forrenstock-Platte
und seitliches Übereinandergreifen einer einst
stens anfänglich provoziert worden sein, und
wohl die sekundären Aufsplitterungen in Lau
und Gufelstock-Schollen wenigstens teilweise
Die grossartige Zerspaltung der Schilt-Decke
nicht mehr bloss eine solche der alleinigen «St
ein Werk «seitlichen Übergreifens» östlicheren
westlicheren. Und was ist schliesslich die A
Schollen viel anderes als ein Übergreifen imm
westlichere Abschnitte?

Molasse-Zeit überdauernden immer stärkeren Heraushebung des heutigen Aarmassivs, dessen junge Stossfront sich nunmehr auch gegen die ihm bereits vorgelagerten helvetischen Decken und die denselben unterdessen aufgeladene ostalpine Sonderlast in Bewegung setzte. Dadurch kam es ganz naturgemäss zu neuen Bewegungsimpulsen im ganzen westhelvetischen Deckenstapel; derselbe rückte nun abermals und sogar in wieder verstärktem Masse vor, wobei zu den Effekten des aarmassivischen Seitenschubes auch eigentliches Abgleiten in die vor dem Aarmassiv nun sich bildende letzte Vortiefe kam, ein Phänomen, das auch zu stärkeren sekundären Stauchungen innerhalb der teils gleitenden, teils immer noch geschobenen Massen führte. Das ist die Zeit, in der in erster Linie die dem Aarmassiv nun nächstgelegene helvetische Masse, das ist die eigentliche Axen-Decke, sich neu in Bewegung setzte, das heisst vor der Front des Aarmassivs noch in bedeutendem Masse abermals weiter nach vorn gestossen wurde. Der einstigen besonderen Aktivität des alten «Glarner Bogens» im Osten der Linth folgt um eine Bewegungsphase später die nunmehrige Reaktivierung des helvetischen Segmentes vor dem Aarmassiv. Die Axen-Decke im Westen der Linth wurde so gegenüber den Axen-Abschnitten der östlichen Glarner Alpen noch um bedeutende Beträge neuerdings nach vorn getragen: durch Schub vom aufsteigenden Massiv her und infolge der Abgleittendenzen von demselben. Möglich, dass es dabei sogar zu einem eigentlichen Abreissen der westglarnerischen Axen-Decke von der ostglarnerischen kam, längs eigentlichen Zerr- und Schleppungsbrüchen, denen später dann die Erosion der Linth mit besonderer Leichtigkeit folgte. Tatsache aber ist, dass in den westlichen Glarner Alpen die Axen-Decke die Mürtschen-Stirn zum mindesten noch erreichte, wenn nicht gar überstiess, während östlich der Linth die Axen-Stirn, auch nach der sicher dieselbe noch etwas weiter mitreissenden Abscherung der Churfirsten/Säntis-Kreidedecke durch die ostalpinen Schubmassen, auf Schwaldis immer noch um mindestens 5 km hinter der Mürtschen-Stirn zurückblieb. Damit ist ein spätes eigentliches Vorschwenken der Axen-Decke vor dem aufsteigenden Aarmassiv gegenüber dem nunmehr passiver gewordenen Ostsektor derselben wohl erwiesen. Die Axen-Decke aber muss bei diesem Vorschwenken ihres westglarnerischen Flügels ein weiteres Mal kräftig geknickt worden sein.

Die Folgen dieser Sondervorfahrt der westglarnerischen Axen-Decke aber sind durchaus klar. Die Mürtschen-Stirn, einst berächtlich vor der Axen-Stirn gelegen, wie der Churfirsten-Querschnitt dies a heute noch deutlich zeigt, wird westlich der Linth von derselben zugedeckt nd wahrscheinlich auch schon überfahren. Dabei stösst die Axen-Decke les Glärnisch nunmehr schräg über die gegen Südwesten streichende Mürtschen-Stirn. Deren westglarnerischer Rest wird vom Axen-Vorstoss chief abgeschnitten und die eigentliche Mürtschen-Serie des Wiggis kommt infolge dieser durchaus jungen Axen-Nachüberschiebung unter

selbe zu liegen. Sie endet dort wurzelwärts ausserordentlich rasch in feiner tze, zum mindesten in den Bruchegg-Scherben des vorderen Glärnisch, und gliche Überreste des Wiggis-Unterbaues sind verwalzt auch noch in der südlen Dohlen-Serie. Eine grössere Masse des von der Axen-Überschiebung h betroffenen, vorerst ausgescherten, dann nochmals neu vorgestauten rtschen-Rückens aber könnte unter der Glärnisch-Front sogar vorliegen im eren Teil der berühmten Deyen-Stirn, dessen effektive Zugehörigt zur eigentlichen Axen-Stirn sich damit erneut zur Diskussion stellt. Es gibt nches, was vielleicht sogar den ganzen Deyen einfach als eine etwas höhere itation der vom Malm der grossen Glärnisch-Masse überfahrenen, daher ter verscherten und schliesslich vor derselben sogar überstülpten Mürten-Serie recht plausibel erscheinen liesse. Das ist mit aller Sorgfalt neu uklären; denn die Deyen-Kreide schliesst sich – im besonderen gemäss er Mächtigkeiten – ganz ohne Zweifel noch recht nahe an die Mürtschenrnserien des Wiggis an; sie ist gegenüber der sicheren Glärnisch-Kreide betend schmächtiger entwickelt und sicher auch rein räumlich nicht ganz direkt mit der Glärnisch-Kreide zu verbinden, wie die bisherigen file OBERHOLZER's dies annehmen. Der Deyenstock macht im Gegenteil den druck, als ob er selber erst durch eine vorrückende höhere Glärsch-Schubmasse bedrängt, ja eigentlich zertrümmert wor sei; denn die Deyen-Serie sinkt – mit Ausnahme ihrer obersten Front e – auch ganz deutlich gegen die Glärnisch-Nordwand südwärts ein, deren chtige Malm/Kreide-Serien daher im Prinzip die Deyen-Scholle sicher

Axen-Decke noch weit übereinander hinweg: die Churfirsten/Alvier-Kreide überstösst westlich der Linth die in den Bächistock- und Silberen-Decken viel weiter zurückgebliebene Säntis-Kreide bis hinaus an den Alpenrand und schob sich selber schliesslich vor dem gleichen Nachdrängen des Axendecken-Stapels, der auf das Emporsteigen des Aarmassivs zurückgeht, auch auf einen weit engeren Raum zusammen als östlich der Linth. Wiggis-, Räderten- und Drusberg-Decken entsprechen so der im Osten der Linth bloss eine einfache Platte bildenden Churfirsten/Alvier-Kreide. Die Kreide-Schollen der beiden Aubrige aber mögen schon beträchtlich externeren Ursprungs sein, sie können recht wohl von – schon in einer früheren Schubphase durch die Mürtschen-Scholle überfahrenen – Scherben aus dem Rücken der Forrenstock-Platte des Glärnisch stammen, doch werden gerade hier erst die faziellen Verwandtschaften gegenüber dem Mürtschen- und dem Säntis-Raum einen endlichen Entscheid ermöglichen.

So hat der späte Aufstieg des Aarmassivs und dessen junges Norddrängen an der Front des mächtigen Zentralalpenblokkes die primär gerade durch die Bremswirkung der damals noch tief verankerten Aarmassiv-Schwelle erzwungene Ordnung der Dinge im helvetischen Dekkensystem weitgehend und in entscheidender Weise neu beeinflusst, und die einstige besondere Aktivität der ostglarnerischen Bauelemente wurde solcherart noch weit überflügelt durch die neuen Vorstösse vor allem im Gebiet der machtvollen westglarnerischen Axen-Decke.

Das Verhältnis der Axen- zur Mürtschen-Decke ist im Grunde aber dennoch auch im Westen der Linth dasselbe geblieben wie im glarnerischen Osten: Mürtschen- und Axen-Decke gehören ohne Zweifel primär enger zusammen; es sind nur verschieden gelagerte Abschnitte einer und derselben grossen helvetischen Hauptdecke, der Mürtschen/Axen- oder der Klöntaler- oder der Urirotstock- oder schliesslich der Wildhorn-Decke. Nur hat im Abschnitt westlich der Linth der aarmassivische Schlussstoss, der auch so wesentlich zum heutigen Hochgebirgscharakter des Gebirges westlich der Linth beitrug, die primär mehr hintereinander liegenden Mürtschen- und Axen-Abschnitte des helvetischen Hauptkörpers noch beträchtlich weiter übereinander gebracht, auf rund 5 bis 6 km einander genähert, während im glarnerischen Osten, bis hinüber zum Rhein, der alte primäre Zusammenhang von Mürtschen- und Axen-Abschnitten noch weitgehend gewahrt worden ist. Wohl sind auch dort schon interne Abschnitte der helvetischen Schichtreihe als eigene Axen-Elemente gegen und auch über die externeren Mürtschen-Abschnitte vorgeschoben worden, aber die Mürtschen-Stirnteile wurden dort dennoch nirgends überschritten, ausser durch die abgescherten Kreidedecken des Axen-Komplexes, und beide Elemente, das

Scholle und des Wiggis/Drusberg-Kompl
Die glarnerischen Gebirge zeigen somi
allen an sich unzweifelhaften und grossa
die Linth hinweg, im Osten und im
doch derart auffallende Gegensä
tergründen noch näher nachgespürt werd

Die Hintergründe des vers
beidseits de

Da ist zunächst hinzuweisen auf die weit
lung des glarnerischen Deckenhaufens im
Berge, das heisst im eigentlichen Glarn
st.-gallischen Rheintal her sich südwestwä
die Claridengruppe hinein. Während da, im
vetischen Decken relativ unschwer gegenein
dern sind, in den komplexen Schiltblock,
eigentlichen Axen-Abschnitte, beherrscht w
Ausnahmen, die alle noch zum eigentlichen
Ostabschnitt des Glärnisch etwa –, in au
Axen-Decke den helvetischen Bau und
und die Mürtschen-Elemente v
Osten der Linth schon im Glärnisch
zu nur noch bescheidenen Grun
digitationen» der Axen-Decke
schliesslich im Querschnitt

einander lagern, liegen diese selben tektonischen Einheiten gegen Westen zunächst ganz anders übereinander und schliessen sich endlich in der Zentralschweiz mehr und mehr zusammen. Auch tritt dort ein eigentliches Äquivalent der Schilt-Scholle, bis auf die Claridenkette und vielleicht den Gitschen, fast zur Gänze zurück. Die helvetische Hauptdecke ändert ihr Gesicht somit sehr wesentlich mit dem Übertritt vom ostglarnerischen zum westglarnerischen und schliesslich zum zentralschweizerischen Abschnitt des Gebirges. Ja man könnte sogar versucht sein, diese Dinge in der Weise zu formulieren, dass das Hauptelement des glarnerischen Ostens, die Mürtschen/Axen-Decke zwischen Linth und Rhein, gegen Westen hin einfach mehr und mehr zu einer in sich weit geschlosseneren blossen Axen-Decke wird. Wohl müssen an sich die ostglarnerischen Mürtschen-Elemente vom Klöntal und dem vorderen Glärnisch her auch noch weiter unter dem eigentlichen Axen-Hauptkörper fortsetzen, sie können nicht einfach unvermittelt enden; aber was am Urnersee dann schliesslich unter dem Axen-Hauptkörper erscheint, das sind nur mehr die bescheidenen Elemente des Axen-Südlappens und weiterhin die unteren Urirotstock-Falten, die sich schliesslich mit dem wirklichen Axen-Element zur einheitlichen Urirotstock-Decke zusammenschliessen. Vielleicht ist nur der Gitschen noch ein wieder beträchtlich über das Aarmassiv vorgeschleppter Rest der Schilt-Elemente um Glarus. Es wurde bereits darauf hingewiesen.

Was aber auffällt, ist, dass diese unzweifelhaften Veränderungen im Bau der helvetischen Hauptdecke sich dort vollziehen oder zum mindesten dort abzeichnen, wo im Süden das Aarmassiv erstmals kräftiger auftaucht; und es liegt daher nahe, diese Änderungen im helvetischen Deckenbau über die Linth hinweg und von da in die Zentralschweiz hinein in Zusammenhang zu bringen mit dem Beginn eines durchaus anders gestalteten Vormarsches der helvetischen Decke im Bereich des Aarmassivs. Im glarnerischen Osten stiessen, wie seit langem durch das besondere Vorprellen der Schilt-Elemente von der Claridengruppe bis über Glarus hinaus dokumentiert erschien, die helvetischen Massen in ihrer Gesamtheit relativ frei und unbehindert über eine tiefer versenkte und daher praktisch kaum mehr in ihrer mechanischen Auswirkung spürbare Aarmassiv-Schwelle vor, bis fast an die Molasse heran, während vom Tödigebiet an gegen Westen diese Aarmassiv-Schwelle dann, weil dort schon zur Zeit der ersten Deckenschübe deutlich höher gelegen, wie die Transgression des Obereozäns bis auf den Windgällen-Malm hinab schon beweist, nun fortlaufend überaus kräftig in Erscheinung trat und daher während langer Zeit den helvetischen Vormarsch in hohem Masse bremste, im ganzen Bereich des Aarmassivs bis über die Gemmi hinaus.

Dazu kommt nun aber ein weiteres wichtiges Moment: der helvetischen Deckenserie fehlt bis heute westlich des Tödigebietes jede Spur

mächtigen Verrucano-Bildungen, die noch unmittel-
im Osten der Linth – und am Glärnisch sogar noch über diese
g – so gewaltig am glarnerischen Deckenbau beteiligt sind. Schilt-,
chen- und Axen-Elemente des glarnerischen Ostens führen alle zu-
en mächtige Verrucano-Kerne; von der Linth gegen Westen hin
fehlen dieselben in durchaus auffallender Weise, und dies sogar bis
Dent de Morcles hinüber. Dabei ist keineswegs anzunehmen, dass
primär der Verrucano der helvetischen Decken nur gerade scharf
n glarnerischen Osten hinter dem Abfall der Tödi-Ecke des Aarmassivs
ränkt gewesen und zum Absatz gekommen sei, denn solcher Verrucano
lvetischen Region setzt, wenn auch mit mannigfachen faziellen Differen-
gen, hinter dem Aarmassiv-Südabfall ja noch weit nach Westen
bis ins obere Tavetsch und selbst das Urserental, und er er-
t in relativ wenig veränderter Form schliesslich auch im oberen Wallis
im Goms. Wir müssen daher annehmen, dass im Bereich der alten
massiv-Schwelle der Tertiär-Zeit der an sich normal zu
elvetischen Deckenserien gehörige Verrucano nicht mit nach
len bis in die helvetischen Deckenkerne hinaus verfrachtet wurde, son-
lass er hinter der genannten Schwelle aus irgendeinem Grund zu-
geblieben sei.

wären somit, worauf ich schon im «Bau der Glarneralpen» hinwies, öst-
nd westlich der Tödi-Ecke wesentlich verschiedene Ab-
rungsniveaus im primären helvetischen Schichtstoss anzunehmen:

hinüber ins Jungfraugebiet mit einziger Ausnahme des Windgällen-Por-
rs auf dem Aarmassiv-Rücken kein Perm mehr erhalten ist und ver-
tlich auch nie zur Ablagerung kam, sehen wir am Ostabfall des Aar-
ssivs, im Bereich der Sandalp und der Brigelserhörner, ganz unzweifelhaften
nifit bis weit über die Aarmassiv-Schwelle hinaus
h erhalten. Dabei nährt sich der Verrucano der glarnerischen Decken und
glarnerischen Autochthons nicht nur von Norden und Süden her mit Detri-
wie die Verteilung der verschiedenen Fazies im glarnerischen Sernifit und
llanzer Verrucano dies anzeigt, sondern derselbe Sernifit nährte sich auch
Detritus, der von Westen her, das heisst vom Windgällen- und Sandalp-
phyrgebiet aus, in die oben genannte Quersenke gelangte und dort zum
atz kam. An der tatsächlichen Existenz einer solchen Quersenke
Ostabfall des Aarmassivs ist heute nicht mehr zu zweifeln; die Verteilung
verschiedenen Perm-Fazies und ihr Fehlen im Westen des Tödi-Sektors
umentieren dieses Grundphänomen des glarnerischen Baues zur Genüge.
ine uralte Quersenke, wie ich eine solche erstmals 1919 angenommen und
er weiter vertreten habe, ist somit im alten Aarmassiv-Wall unweigerlich
handen gewesen, und diese Senke des Glarner Verrucano-
ergrabens, der sich im übrigen auch noch weit durch die rätischen
en hindurch in seinen Spuren erkennen lässt, ist es, die, zum Teil auch
ırend des Mesozoikums als solche noch weiter bestehend oder sogar
ı verstärkend, zum Teil im älteren Tertiär dann noch bedeutend
tiviert, den Vormarsch der helvetischen Decken über den Aarmassiv-
m hinweg in der Art differenzierte, dass im Gebiet der alten Glarner
ersenke der Verrucano die Verfrachtung zu den glarnerischen Decken
tmachen konnte, hinter dem eigentlichen Aarmassiv jedoch, gewissersen gerade behindert durch die vorgelagerte Kristallin-Schwelle, auf sei-
ı kristallinen Heimatgrund über dem Tavetscher Kristallin liegen
eb und nur die helvetische Schichtreihe von der Trias weg zur
scherung in die helvetischen Decken der Zentralschweiz gelangte. Es steht
ıit durchaus sicher, dass östlich und westlich der Tödi-
ke des heutigen Aarmassivs die Abscherung der
lvetischen Sedimente in die helvetischen Decken
ıaus, über das Aarmassiv hinweg, in ganz verschiedener
·ise sich vollzogen hat.

Diese Unterschiede im Grad beziehungsweise der Vollkommenheit der helve-
hen Abscherung aber müssen sich auch bemerkbar gemacht haben im gan-
heutigen Bau der helvetischen Decken beidseits des erwähnten Grenz-
ietes der alten Tödi-Ecke. Kam der Vorschub der helvetischen Serien im
en derselben schon wesentlich ungehinderter in Gang als im Westen, wo
ı mindesten die Verrucano-Basis bereits stark zurückgebremst wurde, so
auch anzunehmen, dass im Osten und im Westen ein wesentlich ver-
ıiedener Innenbau der sicher vorerst noch gesondert vor-
ıdernden helvetischen Decken sich anbahnte. Während im Osten die Glar-
Deckenfront und sogar schon deren alttertiäre Anlage sich kräftig entwik-

n konnte, blieb sie im Westen zunächst verkümmert zurück, und dasselbe auch anzunehmen von der nächstfolgenden interneren Front, das heisst er der eigentlichen Mürtschen-Decke. Auch diese verkümmert daher gegen sten hin, sie bleibt in ihrer Entwicklung und ihrem Vormarsch deutlich zu- k, und erst als der Aarmassiv-Widerstand gegen diesen helvetischen Vor- rsch durch die Abscherung der Trias/Jura/Kreide-Serie vom zurück- ibenden, hinter dem Aarmassiv quasi hangen gebliebenen Verrucano sich gsam verringerte und schliesslich zerbrach, flutete die helvetische ie, aber nun in weit geschlossener gebliebener Masse, zum Bau der tigen Axen-Decke im Westen der Linth-Linie vor. Dieselbe enthält zwar e Zweifel auch in der Zentralschweiz immer noch Überreste des Mürtschen- umes, das heisst auch tektonisch eigentliche Mürtschen-Elemente, im Axen- dlappen und den unteren Urirotstock-Falten, aber diese Mürtschen-Elemente Zentralschweiz sind nun eben weit enger mit der Axen-Decke rknüpft geblieben als in den relativ breit hintereinander gelagerten schnitten der ostglarnerischen Mürtschen/Axen-Decke.

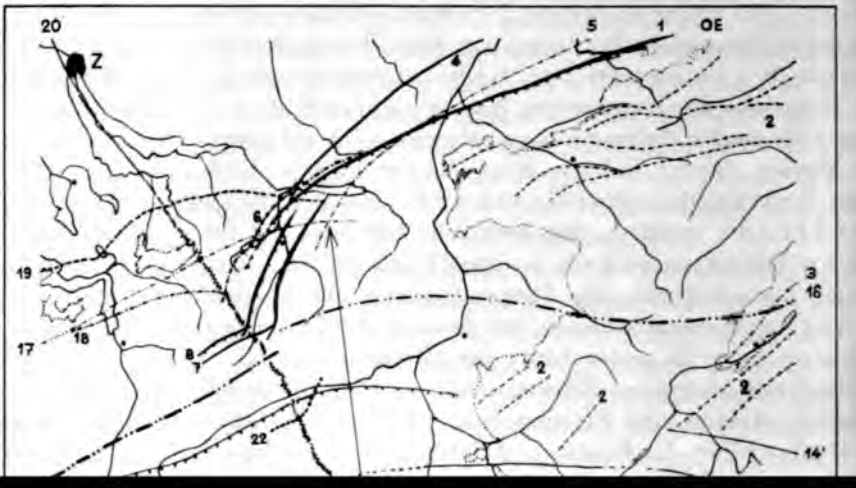
So scheint im Grunde die Mürtschen/Axen-Decke der ostglar- rischen Gebiete und des St.-Galler Oberlandes gegen Westen hin einfach erzuleiten in den weit einheitlicheren Komplex der Axen- cke der Zentralschweiz, und liegen die tieferen Ursachen dieser wesentlichen Veränderungen des Baues über die Linth hinweg in dem ver- iedenen Verhalten der im Streichen sich ablösenden Aarmassiv-Abschnitte. r ganze Bau der helvetischen Hauptdecke wird aus diesem Grunde im Be-

Verrucano-Basis in die verschiedenen tektonischen Unterabschnitte sich differenziert: die alte Stirnzone in den Schilt-Elementen, den externen Teil des Deckenrückens mit der Mürtschen-Fazies, und die internen Teile desselben mit der Axen-Fazies. Von diesem osthelvetischen Haupt-Deckenrücken gelangte die Kreide der noch interneren Teile durch Abscherung in die Säntis- und die Churfirsten/Alvier-Kreidedecken hinaus, das Tertiär in die hochhelvetischen Flyschdecken von Amden, Wildhaus und der Fähneren und weiter in den Vorarlberger Flysch. Die ganze osthelvetische Deckenmasse aber schwenkt, von den Schilt-Elementen bis hinaus zur eigentlichen Säntis-Front als Ganzes gegen Südwesten zurück, entsprechend der alten Bremswirkung der Tödi-Ecke des Aarmassivs. Was westlich der Linth über das Aarmassiv bis an die Molasse hinaus gelangte, geht auf einen anderen Vorstoss der Massen quer über die Aarmassiv-Schwelle zurück, auf einen Vorstoss, der vom Gotthard und der übrigen penninischen Nordfront ausging, die zwischen Olivone und Brig ja im lepontischen Deckenbogen vor dem Block der Tessiner Alpen besonders aktiv wurde. Da schob der alte Ursprungsraum der helvetischen Decken sich in anderer Weise zusammen, zur grossen Schubmasse der Zentralschweiz, – in erster Linie zur heutigen Axen-Decke –, zu der, abgeschert aus interneren Rückenteilen, auch die Gesamtheit der zentralschweizerischen Kreide- und Flyschdecken im Prinzip gehören: von den Elementen der Rigihochfluh, des Pilatus und der Wiggis/Drusberg-Decke bis in den Wäggitaler und den Schlieren-Flysch hinaus. Dass dabei auch einst frontal gelegene Abschnitte, die aus den streichenden Fortsetzungen der Mürtschen- und besonders der Schilt-Faziesräume stammen, mitverschleppt wurden, ist ohne weiteres gegeben; nur war die fazielle Differenzierung des helvetischen Raumes, im Reuss-Abschnitt etwa, eine gegenüber dem glarnerischen Osten bereits wesentlich veränderte, so dass vor allem Äquivalente der Schilt-Decke des glarnerischen Baues an der Reuss in etwas anderer Form vertreten sind, besonders in der Gitschen-Serie der Uriroti stockgruppe.

Der Raum der helvetischen Decke als Ganzes aber blieb im Prinzip sich gleich vom Rhein bis in die Zentralschweiz hinein. Das, was als Mürtschen/Axen-Raum im Osten der Linth sich schärfer aufgliedert in seine grossen Einzel-Schubplatten, bleibt westlich der Linth mehr beisammen, im grossen Grundbau der zentralschweizerischen Axen-Decke, und nur die Frontalelemente der helvetischen Hauptschubmasse, die im Osten der Linth noch so mächtig in Erscheinung treten, weichen gegen Westen hin etwas anders gearteten und bescheideneren Elementen vor allem im Gitschen.

Diese auffallende Differenzierung des helvetischen Baues, in jenen östlich und jenen westlich der Linth, dokumentiert im Grunde genommen nichts anderes als die allgemeine Aufteilung des Gebirges in einzelne grosse Bogenelemente: in das Segment des westwärts sich abschwächenden und zurückziehenden grossen ostalpinen Bogens

nd dem Aarmassiv konform verlaufenden Bogen der zentral
Schweizer Alpen, jene Differenzierung des helvetischen und des C
amtgebirges, auf die vor Jahrzehnten erstmals ARBENZ aufmerksam gemac
at. Dass aber deswegen dennoch die ostalpinen Impulse, das heisst die Effek
es Vormarsches der ostalpinen Decken im helvetischen Bau sich auch vo
Tödi und der Reuss gegen Westen hin noch immer weiter und sog



kräftig kundtun, zeigt unter anderem die neuerliche Verstärkung der Drusberg-Abschiebung von der Linth über Engelberg ins Berner Oberland, ein Phänomen, das unverständlich bliebe ohne die erneute Kraft gewinnende Aktivität der ostalpinen Überschiebungen auch im Sektor des Aarmassivs, das heisst im Bereich des lepontischen und jenseits der Gemmi sogar noch des penninischen Deckenbogens, der die Wildhorn-Elemente im Raum zwischen Kander, Lauenen und Oldenhorn ja nochmals, wenn auch nur mehr in schwachem Bogen vor sich her getrieben hat, bevor er sich hinter dem Mont Blanc dann definitiv zurückzieht in die nördlichen Westalpen, womit schliesslich auch das ganze helvetische Deckenpaket verschwindet beziehungsweise westwärts aushebend endet.

Mit dem Einschwenken in die eigentlichen Westalpen spitzt der ganze helvetische Deckenraum schliesslich aus, weil schon der betreffende Absatz-Raum dort westwärts auskeilt. Sein letzter Rest am Mont Chétif ist als das eigentliche Westende des Tavetscher Raumes zu betrachten, dem die helvetischen Decken eben ganz allgemein entstammen. Von da nach Osten gewinnt dieser Heimatraum der helvetischen Decken ständig an Breite bis in den östlichen Glarner Sektor, von dem aus er dann abermals sich zu verschmälern scheint gegen die westlichen Ostalpen. Als eine riesige Linse, das getreue Abbild eines alten Massivs, erstreckt sich so der helvetische Ursprungsraum vom Ostabfall des Mont Blanc bis hinter das Allgäu und die Silvretta hinein: ursprünglich eine einzige, faziell wohl in sich weiter differenzierte Einheit grossen Stils, die im Laufe der alpinen Zusammenschübe dann eben verschiedenartig weiter zerlegt

Legende zu Abbildung 9

OE = Heutiger Erosionsrand der ostalpinen Decken zwischen Allgäu–Bünden–Veltlin und in den Klippen der Zentralschweiz.

I. Altes, ostalpines Streichen: ostalpiner und Glarner Deckenbogen. 1 = Ostalpine Front; 2 = ostalpines Streichen: mit Silvretta–Ducan–Scesaplana-Streichen, Scarliden-Front; 3 = Engadinerfenster-Achse; 4 = Säntis-Front; 5 = Axen-Front, Ostsegment; 6 = Mürtschen-Front, Ostsegment = Mürtschen s. str.; 7 = Gufelstock-Front, mit Abknickung gegen Westen; 8 = Schilt-Front, mit Abknickung gegen Westen.

II. Junges, insubrisch/padanisches Streichen: Alpen-Südrand, Aarmassiv- und lepontische Elemente. 9 = Padanische Alpensüdrand-Brüche; 10 = Bergamasker Südrand; 11 = Bergamaskische Elemente zwischen Lugano, Grigna, Presolana und Val Camonica; 12 = Jorio/Tonale-Linie; 13 = zentralalpiner Deckenscheitel; 14 = Lepontische Front und deren Abbild zwischen Adula, Crastamora- und Bernina-Stirnen, Aela- und Ortler-Elementen; 14' = Münstertaler Verrucano-Gewölbe; 15 = Gotthard-Front; 16 = Aarmassiv-Achse, mit helvetischem Deckenscheitel und ihrem Abbild vom Prättigau über Silvretta zum Unterengadin; 17 = Axen-Front, Westsegment; 18 = Mürtschen-Front, Westsegment; 19 = Alpen-Nordrand westlich der Linth;

20 = Bruch- und Flexurrand der Glarner Quersenke zwischen Zürich (Z) und Chiavenna (C) (Ostabsinken Aarmassiv, Gotthard, Adula); 21 = Ausgangslage für die Knickung der Axen-Front; 22 = Ausgangslage für die Knickung der Schilt-Front.

Z = Zürich, C = Chiavenna, B = Bergamo

le, gemäss den über diese Strecke ungleichmässig auftreten-
Widerständen und dem unterschiedlichen Nach-
ngen der inneralpinen Massen, das heisst der penninischen
der ostalpinen Zone. Hinter der Aarmassiv-Schwelle im
or des lepontischen Deckenbogens vorerst weitgehend zu-
kgebremst, östlich des Aarmassivs als eigentlicher Front-
chnitt des grossen Bogens der Ostalpen weit vor-
ngend in die grosse Glarner Quersenke, die wohl an-
bis unter die Ostalpen hinein, westlich des Aarmassivs aber auch vom
ninischen Bogen der Walliser Alpen noch schwach bedrängt, dann
rasch erlöschend.

gliederte sich die vorwandernde helvetische Schubmasse aus
Rücken eines ausgedehnten primären Tavetscher Raumes, ob-
faziell einst relativ einfach angelegt, hinter den verschieden stark in
heinung tretenden frontalen Widerständen des Aarmassivs und seiner
seitigen Ausläufer in ganz unterschiedlich sich weiter entwik-
de Sektoren auf: den osthelvetischen zwischen Linth und Allgäu,
zentralschweizerischen zwischen Linth und Kander, den west-
weizerischen von dort bis über die Rhone hinaus. Die helvetische
uptschubmasse an sich zieht wohl als solche durch, über die ganze
nnte Länge zwischen den Diablerets und dem Allgäu; aber sie gliedert
im einzelnen, wenn auch die Hauptzonen als solche durchziehen, doch deut-
in verschiedener Weise näher auf. Den grossartigsten Wechsel

licher Bogen durch die alten Waldstätte der Urschweiz. Gegen Westen hin macht sich langsam, dann allerdings mehr und mehr auch der Beginn des penninischen Bogens der Zentralalpen noch bemerkbar, durch die zunehmende Abschiebung der Obwaldner Drusberg-Elemente vor der hinter diesem Sektor allmählich erneut kräftiger vorstossenden ostalpinen Front des Dent-Blanche-Systems; zwischen der oberen Aare und dem Bregenzer Wald aber sind es ausschliesslich die beiden eben genannten Bogen, die den Bau der östlichen helvetischen Alpen durchaus beherrschen: der Waldstätter Bogen und der Glarner Bogen.

Sowohl im Waldstätter wie im Glarner Bogen ergriffen die alpinen Zusammenschübe einen primär recht einfach gegliederten Sedimentationsraum: den Faziesraum der helvetischen Decken schlechthin, gelegen zwischen dem aarmassivischen Bezirk des autochthonen Gebirges der Tödi-Kette und des Calanda-Systems einerseits, dem Nordrand der penninischen Zone an der heutigen Gotthard-Front anderseits. Dem gegen Süden abfallenden Schelf über dem Aarmassiv und im Calanda-System folgt die grosse Flysch-Vortiefe des bis heute als «eingewickelt» betrachteten Glarner Wildflysches, vor allem der Trog des Sardona-Flysches, daran angeschlossen die alte, zu Zeiten bis auf das Kristallingebirge blossgelegte Stirnschwelle der helvetischen Deckenserie an der einstigen Front des Tavetscher Massivs, mit dem abermals gegen Süden abfallenden und in dieser Richtung mehr und mehr sich vertiefenden Schelf der helvetischen Deckenräume. In demselben erscheint als frontaler Abschnitt der Raum der nordhelvetischen Fazies, im Glarner Bogen vor allem in den Schilt-Elementen und schwachen Äquivalenten der östlichen Griesstock-Decke, westlich der Linth, das heisst im Waldstätter Bogen, im Raum der Griesstock-, Clariden- und Gitschen-Serien. Diesem durchweg neritischen und an stratigraphischen Lücken reichen alten Frontabschnitt der helvetischen Decke schliesst mit allmählichen Übergängen überall der Mürtschen- und Axen-Faziesraum sich an, der schliesslich alpeneinwärts immer bathyalere Züge zur Herrschaft gelangen lässt bis hin an die erneut dann hochragende nordpenninische Schwelle, als die wir den Faziesraum der Bonvin-Decke und der Laubhorn-Zone zu betrachten haben.

Eine neritische und durchaus lückenhafte Frontalserie des helvetischen Deckenraumes steht so in jedem Fall, das heisst im Glarner wie im Waldstätter Bogen, der bathyaleren helvetischen Hauptentwicklung im Mürtschen/Axen-Raum entgegen. Wie aber vollzog sich die Aufteilung dieser helvetischen Serien in die beiden grossen Bogensegmente im einzelnen, wo grenzten diese Bogenabschnitte des näheren aneinander und wie weit griffen sie in der Folge dann übereinander hinweg?

Da ergibt eine abermalige Analyse des glarnerischen Baues nochmals interessante Zusammenhänge: die Knickungen zwischen den beiden Faltenbogen liegen für die verschiedenen Fronten der glarnerischen Teilschollen in keiner Weise etwa einfach

auf angenähert gleicher Linie hintereinander und in ihrer Gesamtheit heute bloss etwa vor dem effektiven «Abbruch» des Aarmassivs im Tödigebiet, sondern die Knickungen der verschiedenen Fronten der helvetischen Schubmasse vollziehen sich in scheinbar voneinander recht unabhängigen Abschnitten, bald rechts der Linth, bald links derselben.

In der eigentlichen Schilt-Front liegt die Knickung zwischen Glarner und Waldstätter Bogen in der östlichsten Claridengruppe, im Raum zwischen Kammerstock, Altenoren und Gemsfayrenstock, in der daran angeschlossenen Gufelstock-Front mit Sicherheit aber bereits östlich der Linth, im Raum zwischen hinterem Durnachtal, dem Muttsee-Gebiet und Limmern etwa, gegen den die genannte Front vom Westhang der Schönau über das Bützistöckli sich ja so scharf – wohl bis hinter den Schiltdecken-Rest des Scheidstöckli – zurückzieht. Ein Abschwenken dieser zweiten Frontlinie der Schilt-Elemente, das heisst der Gufelstock-Front in den Waldstätter Bogen ist daher sicher nicht mehr westlich der Linth anzunehmen.

Demgegenüber liegt heute die Knickung der Mürtschen-Front aber deutlich wieder im Westen der Linth, unter dem Wiggis oder im vorderen Klöntal, wenn nicht noch überhaupt erst unter dem Glärnisch oder vor dem Bösen Faulen, sie ist somit vielleicht schon auf eine beträchtliche Länge verteilt. In der Axen-Decke macht sich ein Abknicken der Faltenelemente in die Richtung des Glarner Bogens zwar bereits in den Geisser-Schuppen und der Oberblegi-Falte des Glärnisch bemerkbar; die eigentliche Axen-Front aber scheint vom Deyenstock an nicht direkt in der Richtung auf die Axen-Front ob Schwaldis fortzustreichen, sondern vorerst noch in fast östlicher Richtung bis hinter den Mürtschenstock, dessen Innenbau sie ja besonders am Ruchen noch klar aus fast südlicher Richtung beeinflusst hat. Erst dort, in einem Raum über dem mittleren Murgtal, vollzog sich die Abknickung der Deyen-Axen-Front zu jener der Alvier-Front ob Schwaldis. Im übrigen könnten gerade diese Zusammenhänge darauf hindeuten, dass der so merkwürdige Bau des Deyenstockes vielleicht nur aus einer Übertreibung und schliesslichen Durchscherung der Mulde am Mürtschenstock unter dem gegen Westen verstärkten Vorschub der Axen-Front hervorgegangen sein könnte.

Damit aber würden die westglarnerischen Axen-Elemente im Osten der Glärnisch- und Deyenstockgruppe bis über den Mürtschenstock hinaus sich bemerkbar machen, und diese westglarnerische Axen-Decke würde die darunter primär im Sinne des Glarner Bogens gegen Nordosten streichenden externeren Schollen des Mürtschen und des Schilt schief überschneiden. Dementsprechend konnte auch die Obersee-Mulde in den abgescherten westglarnerischen Axen-Elementen noch über die Linth hinweg weiter im Sinne des Waldstätter beziehungsweise Schwyzer Bogens gegen Osten ausheben in der Neuenalp-Klippe des Kerenzerberges und würde auch die Überprägung des ostglarne-

rischen Streichens am Schilt besser verständlich. Anderseits machen sich ohne Zweifel ostglarnerische Impulse aber auch westlich der Linth in der Glärnischgruppe noch deutlich geltend, besonders in der schon erwähnten Abknickung der Achsen im Lias des Oberblegigebietes. Der Glarner Bogen beeinflusste wohl an sich noch das Faltenstreichen im Westen der Linth recht deutlich, er wurde in seinen frontalen Abschnitten aber scheinbar doch noch überwältigt durch die über dieselben bereits in westglarnerischer Richtung vorfahrende Axen-Decke, bis an die Knickung der Axen-Front über dem Murgtal. Es scheint sich somit hier der allgemeine Süd-nord-Schub vor dem Ostende des lepontischen Deckenbogens der Zentralalpen noch kräftig durchgesetzt zu haben gegenüber dem westwärts bereits sich abschwächenden glarnerischen Frontabschnitt des ostalpinen Bogens.

Die Unordnung der Dinge aber, die im recht regellosen Nebeneinander der Knickzonen der verschiedenen helvetischen Frontelemente vorzuliegen scheint, indem dieselben sich heute über einen breiten Gebirgsstreifen verteilen und bald links bald rechts der Linth-Linie sich vollziehen und die Knickung der Axen-Front südöstlich des Mürtschenstockes in einem an die 20 km östlicheren Sektor erfolgt als jene der Schilt-Elemente im östlichen Claridengebiet, wird aber durchaus verständlich, sobald wir uns diese Knickungen der verschiedenen helvetischen Fronten wieder in ihre Entstehungsgebiete zurückversetzt denken. Schon heute liegt praktisch, auf einen allgemein-alpinen Schub aus SSE bezogen, den ja sicher nicht nur das allgemeine Streichen der Schweizer Alpen, sondern auch jenes des Molasse-Troges und der östlichen Jura-Hälfte bezeugt, die Knickstelle jeder jeweilen interneren Front der helvetischen Teilschollen immer östlicher als die externere. Der Knickung der Schilt-Front in der Claridengruppe folgt jene der Gufelstock-Front im Durnach-Sektor; die Knickung der Mürtschen-Front gelangt aus abermals primär östlicherer Lage ins vordere Klöntal und unter den Glärnisch, jene der Axen-Front schliesslich hinter den Mürtschenstock. Es haben sich somit die Knickstellen in den einzelnen helvetischen Teilschollen um so weiter östlich eingestellt, je interner diese Schollen ursprünglich lagen. Die Knickungen der helvetischen Schubmasse haben sich damit wohl herausgebildet längs einer generell etwa von NW nach SE laufenden Linie. Das ist aber nichts anderes als der einstige Abbruch des Aarmassiv-Rückens zum alten Glarner Quergraben der Verrucano-Zeit, dessen Aktivität ja nie völlig erlosch und seit dem beginnenden Tertiär sogar abermals intensiviert wurde, so dass zur Zeit des beginnenden Vormarsches der helvetischen Decken zum mindesten ein flexurartiger seitlicher Abfall der Aarmassivzone in diese neuerliche Glarner Quersenke bestand. In den Raum östlich dieses Abfalles drangen die helvetischen Schubmassen weit ungehinderter vor als westlich desselben, wo sie, eben durch die dort höher geschaltete Aarmassivzone, stärker zurückgebremst wurden. Es entstanden so die

ckungen der helvetischen Sonderfronten eine hin-
der anderen, längs diesem schief zum allgemeinen
enstreichen verlaufenden flexurartigen Quer-
ruch des autochthonen Untergrundes. Beim weiteren Vor-
n der helvetischen Massen über die Aarmassiv-Schwelle hinaus gelang-
iese Knickstellen dann aber schliesslich, nun besonders auch unter dem
der lepontischen Zentralalpen-Front zwischen Olivone und Brig, mehr
mehr östlich neben den Knickungen der stecken-
iebenen externeren Fronten vorbei gegen den Alpen-
Die merkwürdige sukzessive «Abwanderung» der Knick-
en der helvetischen Fronten mehr und mehr gegen Osten
ndet damit ihre relativ einfache Erklärung. Ist es noch nötig, in diesem
mmenhang auch darauf hinzuweisen, dass ein jüngeres Über-
fen des zentralen schweizerischen Bogensegmentes, eben des hel-
sch/lepontischen Deckenbogens der Schweizer Alpen, in
ereich des ostalpinen Gebirgsbogens, zu dem ja auch der
er Bogen als helvetischer Frontabschnitt noch gehört, unter dem
luss einer schliesslichen Unterschiebung des ge-
ten Alpenkörpers von der zur Tiefe niedergebrochenen Scholle
Po-Ebene her noch bis weit in die bündnerischen
tralalpen heute durchaus erwiesen ist, von der Prättigau-Auf-
ng, die dem Fenster im Unterengadin zustrebt und den Einwicklungen
alten der Aela-Decke bis zurück zur Err/Albula-Front, dem Ortler, der

rung ostalpiner und aarmassivischer Effekte zwischen Glärnisch, Schilt, Mürtschen und dem Walensee-Querschnitt ja nur zu deutlich zeigt.

So sehen wir heute in den Gebirgen des Glarner Tales tatsächlich jenes grosse Kampfgebiet zweier mächtiger Alpenabschnitte, des schweizerischen und des ostalpinen. Rothpletz und Arbenz haben schon vor Jahrzehnten auf den Widerstreit dieser Gebirgsabschnitte, das Ineinandergreifen von SN- und EW-Bewegungen oder das Übereinandergreifen zweier grosser Sonderbogen des Gebirges hingewiesen. Ich selber bin ihnen in diesen Anschauungen seit über 35 Jahren gefolgt. Aber während bisher das Ineinandergreifen der verschiedenen tektonischen Impulse und ihr Zusammenspiel nur erst in grossen Zügen sich langsam kundgab durch die fortschreitende Erforschung des glarnerischen Gebirges, eröffnet die nun vorgenommene Gesamt-Analyse des glarnerischen Baues einen weit konkreteren Einblick in das lang andauernde Wechselspiel zwischen den bewegten Massen und den ihnen entgegenstehenden Widerständen, das aus relativ einfachen Grundlagen heraus einen der verwirrendsten Gebirgsabschnitte der Alpen geschaffen hat.

Als dieses ganze Bewegungsspiel wahrhaft beherrschend erweist sich aber der ungleichmässig verteilte Widerstand des alpinen Vorland-Sockels gegenüber dem Vormarsch der alpinen und im besonderen der helvetischen Schubmassen. Er hat den Bau der glarnerischen Gebirge in weitgehendem Masse, vor allem in zwei verschiedenen Zeitabschnitten beeinflusst: ein erstes Mal schon bei der allgemeinen Vorfahrt der helvetischen Schubmasse gegen und selbst noch etwas über die langsam aufstrebende Aarmassiv-Schwelle hinaus, ein zweites Mal beim späten Aufstieg des effektiven Aarmassivs zu seiner stolzen heutigen Höhe. Dass jedoch gerade hier, in dieser späten Phase der alpinen Gebirgsbildung nicht bloss weitere Zusammenschübe der festen Kruste mit im Spiele waren, sondern in entscheidender Weise und schon seit geraumer Zeit auch grosse subkrustale Strömungen im tieferen Untergrund, dafür zeugen die grossartigen Einbrüche zu den Molasse-Trögen beidseits der Alpen, ohne deren Existenz die weitere Unterschiebung und damit der Endaufstieg der Alpen zum heutigen Gebirgsland wohl unterblieben wäre. Wie aber dieses Geschehen im einzelnen sich abspielte und vom tieferen Untergrund der Kruste durch ganze geologische Epochen hindurch regiert wurde, das soll an anderer Stelle für den alpinen Raum als Ganzes einmal gesamthaft zur Sprache kommen.

Fex, im Herbst 1960.

Verzeichnis der Textfiguren

bb. 1: Das tektonische Bild der Glarner Alpen im Glärnisch-Querschnitt. Nach Arn. Heim.

bb. 2: Das tektonische Bild der Glarner Alpen im Glärnisch-Querschnitt. Nach Rud. Staub.

bb. 3: Tektonische Skizze der Claridenkette.

bb. 4: Der tektonische Zusammenhang zwischen Glärnisch- und Wiggisgruppe.

bb. 5: Die Entwicklung der helvetischen Absatzräume vom Perm über Oberkreide zum Alttertiär.

bb. 6: Der Westabfall der Selbsanft- und Bifertenstock-Gruppe.

bb. 7: Der Südabfall der Brigelserhörner.

bb. 8: Der Verlauf der helvetischen Deckenstirnen und der Aarmassiv-Elemente, im Raum der Glarner Alpen zwischen Reuss und Rhein.

bb. 9: Das Westende des ostalpinen Gebirgsbogens und seine Überarbeitung durch die jüngeren, insubrisch/padanischen Bewegungen im rätischen Alpensektor.

Verzeichnis der Photos und Erläuterungsskizzen

1: Kammlistock-Scheerhorngruppe, von Norden.

2: Die Clariden-Nordwand.

3: Clariden-Nordwand, von Nordosten.

(6) Heim, Alb. (1878): Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung, im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. Textband und Atlas. Benno Schwabe, Basel.
(7) — (1891): Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Text zur geol. Karte der Schweiz, Bl. XIV, Beitr. geol. K. d. Schweiz, 25. Lief., Bern.
(8) — (1919—1922): Geologie der Schweiz, 2 Bände. Tauchnitz, Leipzig.
(9) Heim, Arn. (1911): Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. XXXI. Lief., Bern.
(10) Helbling, R. (1938): Zur Tektonik des St.-Galler Oberlandes und der Glarner Alpen. Mit Tafeln. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 76. Lief., Bern.
(11) — (1948): Photogeologische Studien im Anschluss an geologische Kartierungen in der Schweiz, insbesondere der Tödikette. Art. Inst. Orell Füssli AG, Zürich.
(12) Leupold, W. (1942): Neue Beobachtungen zur Gliederung der Flyschbildungen der Alpen zwischen Reuss und Rhein. Ecl. geol. helv., vol. 35, Basel.
(13) Nänny, P. (1948): Zur Geologie der Prätigauschiefer zwischen Rhätikon und Plessur. Diss. Univ. Zürich.
(14) Oberholzer, J. (1933): Geologie der Glarneralpen. Textband und Atlas. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 28. Lief., Bern.
(15) v. Schumacher, P. (1928): Der geologische Bau der Claridenkette. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 50. Lief., Bern.
(16) Staub, R. (1919): Über das Längsprofil Graubündens. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 64.
(17) — (1924): Der Bau der Alpen. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 52. Lief., Bern.
(18) — (1954): Der Bau der Glarneralpen und seine prinzipielle Bedeutung für die Alpengeologie. Tschudi & Co., Glarus.
(18a) — (1958): Klippendecke und Zentralalpenbau. Beziehungen und Probleme. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 103. Lief., Bern.
(19) Staub, W. (1911): Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im Kanton Uri. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 32. Lief., Bern.
(20) Trümpy, R. (1949): Der Lias der Glarner Alpen. Diss. ETH., Zürich, Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. LXXIX.

Neulich erschienene Dissertationen:

(21) Allemann, F. (1957): Geologie des Fürstentums Liechtenstein (südwestlicher Teil) unter besonderer Berücksichtigung des Flyschproblems. Inaug.-Diss. Univ. Bern, Hilty, Schaan.
(22) Bisig, W. (1957): Blattengratflysch und Sardonaflysch im Sernftal nördlich der Linie Richtlipass-Elm-Raminatal-Grosse Scheibe. Diss. ETH, Zürich.
(23) Rüefli, W. (1959): Stratigraphie und Tektonik des Eingeschlossenen Glarner Flysches im Weisstannental (St.-Galler Oberland). Diss. ETH, Zürich.
(24) Schindler, C. (1959): Zur Geologie des Glärnisch. Beitr. geol. K. d. Schweiz, NF. 107. Lief., Bern.
(25) Wegmann, R. (1961): Zur Geologie der Flyschgebiete südlich Elm. Inaug.-Diss. Univ. Zürich.

Unveröffentlichte Arbeiten:

Frey, F. (1958): Geologische Untersuchungen am Chamerstock (Kt. Glarus). Diplomarbeit ETH, deponiert im Geologischen Institut Zürich.

Geologische Karten

Geologische Karten der Schweiz: Spezialkarten 1:50 000

Nr. 55: Arbenz, P. (1911): Geologische Karte des Gebirges zwischen Engelberg und Meiringen.

Nr. 84: — (1918): Geol. Karte der Urirotstock-Gruppe.

Nr. 66A: Buxtorf, A., und Mitarbeiter (1916): Geol. Karte des Vierwaldstätterseegebietes.

Nr. 44: Heim, Arn., und Oberholzer, J. (1907): Geol. Karte der Gebirge am Walensee. 1:25 000.

Nr. 80: Heim, Arn. (1917): Geol. Karte der Alviergruppe. 1:25 000.

Nr. 63: Oberholzer, J. (1920): Geol. Karte der Alpen zwischen Linthgebiet und Rhein.

Nr. 117: — (1942): Geol. Karte des Kantons Glarus.

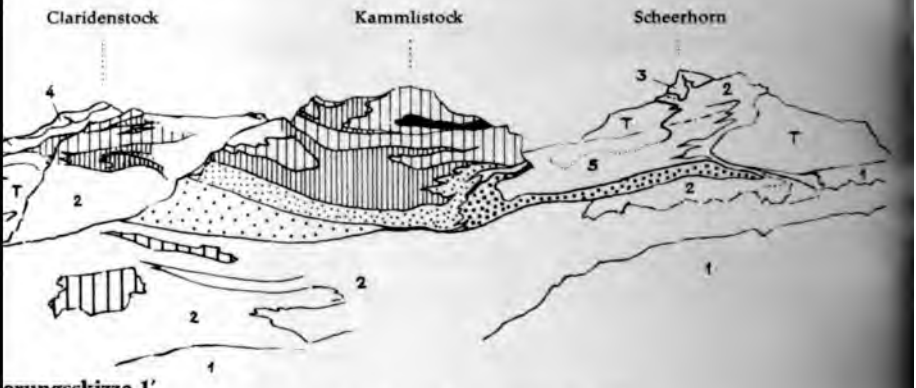
Nr. 105A/B: Staub, R. (1924—1926): Tektonische Karte der Alpen. Mit Profilen.

Nr. 62: Staub, W. (1911): Geol. Karte der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal.

Nr. 79: Trümpy, D. (1916): Geol. Karte des Falknis. 1:25 000.

Ferner: Helbling, R., und Mitarbeiter: Photogeologische Karte der Tödikette, vom Bifertenstock bis Calanda. 3 Blätter, in Lit.-Nr. 11.

Die weitere Literatur findet sich zusammengestellt in Staub: «Der Bau der Glarneralpen», Verlag Tschudi & Co., Glarus, 1954.



erungsskizze 1'

Kammlistock–Scheerhorn-Gruppe, von Norden:

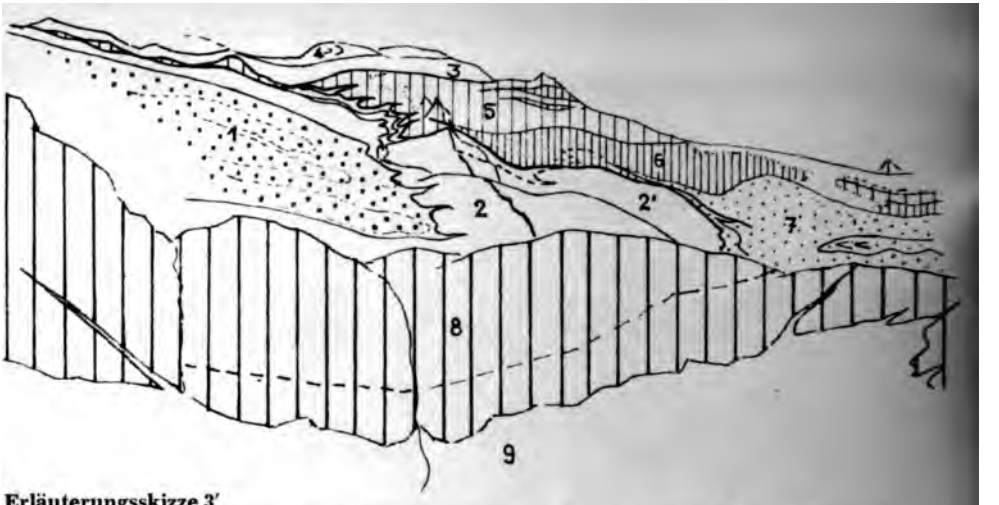
aveyannaz/Dachschiefer-Serie, autochthon.

en/Schilt-Elemente: 1 = Griesstock-Platte; 2 = Scheerhorn–Clariden-Nordwand-Serie schürfte Kreidereste zwischen Griesstock- und Kammlistock-Decke; 3 = Teufelstock-en; 4 = Gemsfayren/Bocktschingel-Schollen; 5 = Tertiär der Schilt-Elemente.

listock-Decke: Schwarz = Doggerkern; vertikale Schraffen dünn und weit = Malm; ale Schraffen dünn und eng = Zementstein; dünne Punkte eng = verkehrte Kreide-(Öhrli-Kieselkalk); dicke Punkte weit = verkehrte Kreideserie$_2$ (Drusberg-Schratten-icke Punkte eng = eingewickelte Basalschollen zwischen Kammlistock und Scheerhorn. ale Schraffen dick und weit = Lochseitenkalk des Klausenpasses; Strich/Punkt-Linie heerhorn = Achse der Einwicklungsmulde der Kammlistock-Decke am Scheerhorn.

oto 1 Phot. J. Gaberell AG., Zürich

to 2 Photoglob Wehrli AG., Zürich



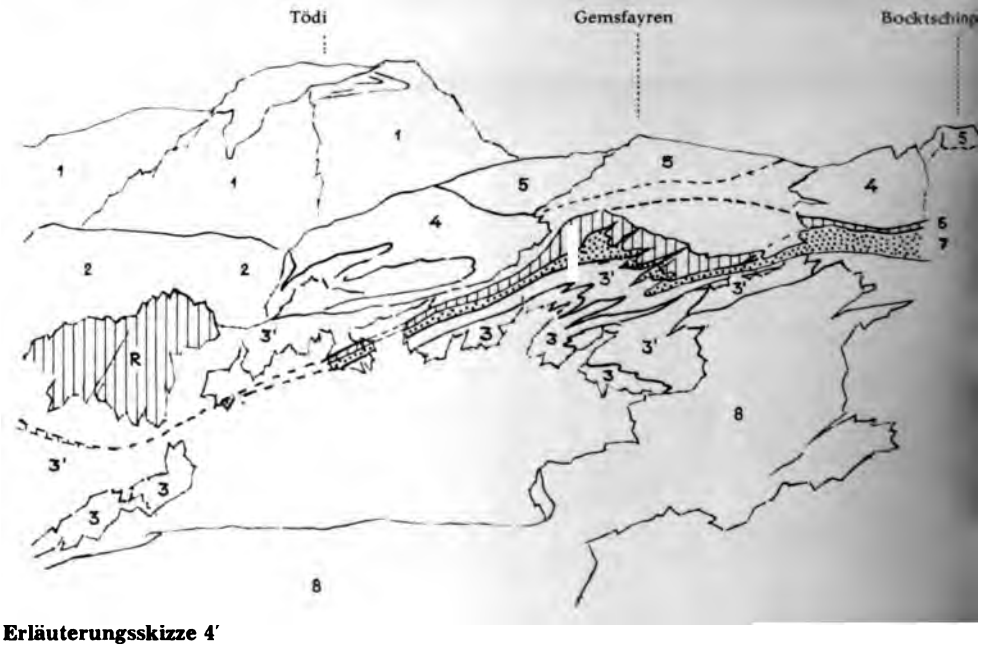
Erläuterungsskizze 3'

Clariden-Nordwand, von Nordosten (von der Klausenstrasse südlich der Klus)

1 = Taveyannaz/Dachschiefer-Serie, autochthon (Fens er Clariden-Nordwand).

Schilt-Elemente: 2 = Untere Clariden-Nordwand-S lle; 2' = obere Clariden-Nordwand-Scholle; 3 = Teufelstock-Scholle; 4 = Bocktschingel msfayren-Scholle.

Kammlistock-Decke: 5 = Malm; 6 = Zementstein; 7 = verkehrte Kreideserie; 8 = Griesstock-Decke; 9 = Flyschfenster der Klus.



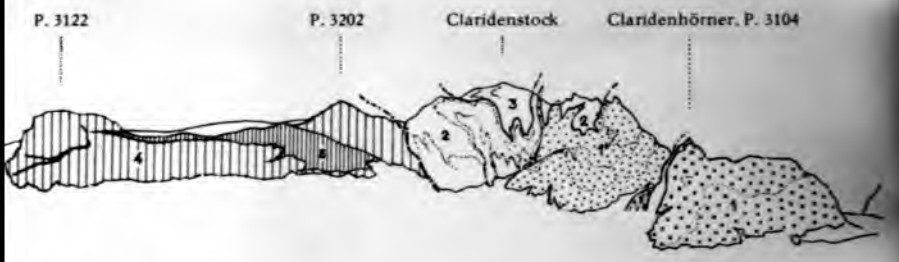
Erläuterungsskizze 4'

Der Nordabfall des Gemsfayrenstockes

1 = Tödi-Mesozoikum, autochthon; 2 = **Zutreibistock: Elemente der** ± Stirn Calanda-System; 3 = **Clariden-Nordwand/Scheerhorn-Scho** derselben, 4 = **Teufelstock-Schollen, 5 = Gemsfayren/Bocktschingel-S** Schilt-Decke (± Glarner-Decke); 6 = **Malm Kammlistock und Rots** Kreideserie: Kammlistock-Decke; 8 = **Lochseitenkalk.**
R = Rotstock

Photo 3 Phot. A. Staub

Photo 4 Phot. H. Schönwetter, Glarus



rungsskizze II'

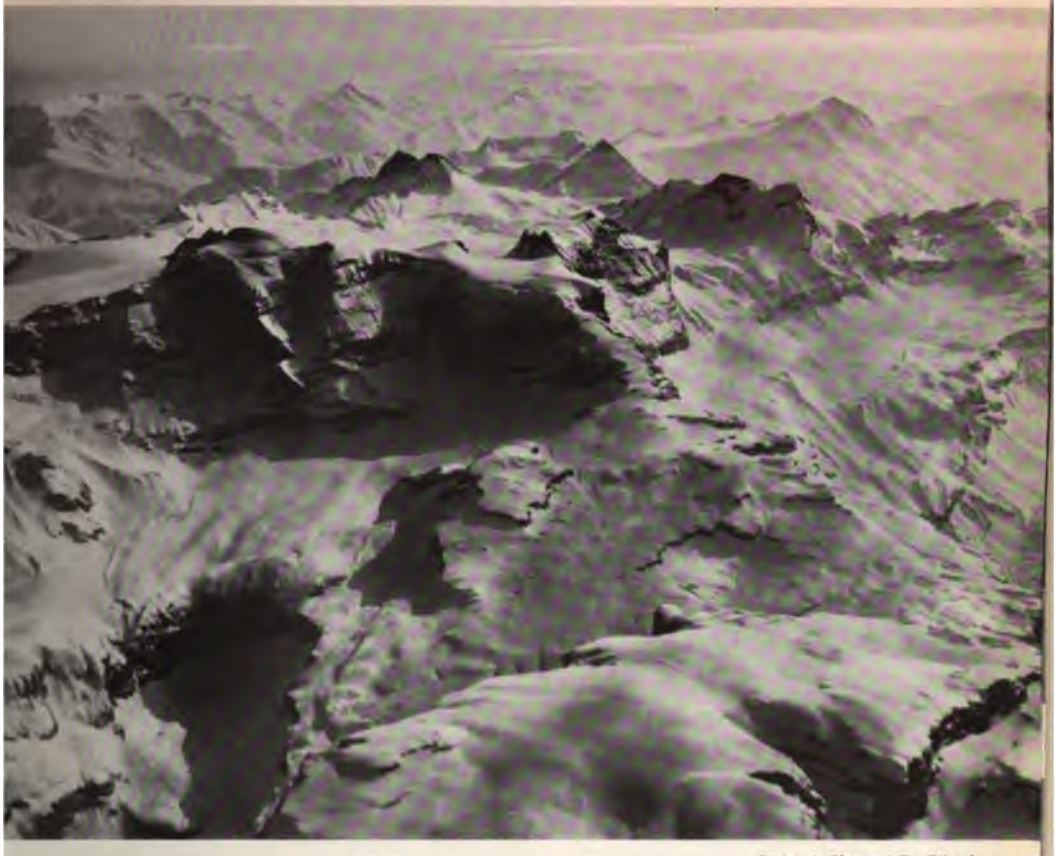
Claridenstock, vom oberen Hüfifirn

aveyannaz/Dachschiefer-Serie, autochthon; 1' = Taveyannaz/Dachschiefer-Serie, Scholle; 2 = Teufelstock-Scholle; 3 = Claridenstock-Gipfelserie = Gemsfayren-; Schilt-Decke: 4 = Kammlistock-Malm; 5 = Kammlistock-Zementstein.

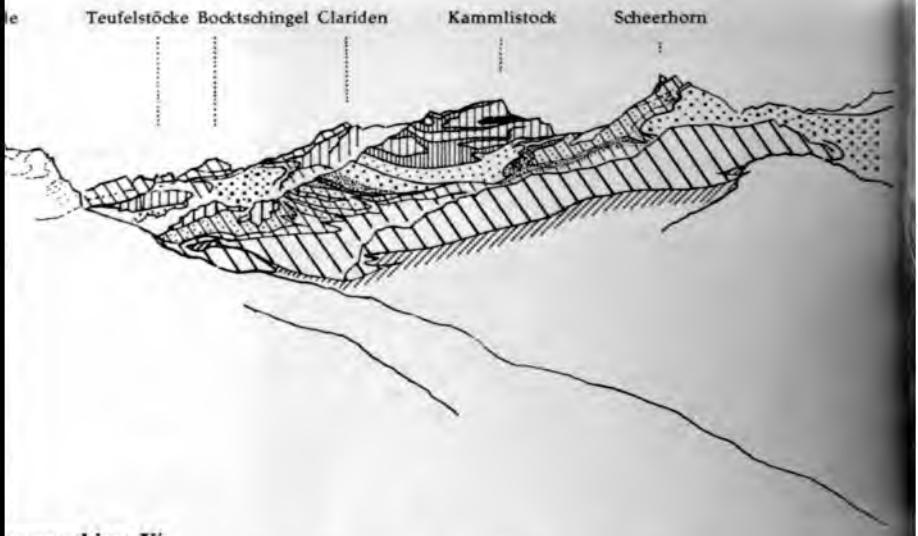
Photo II Swissair Photo AG., Zürich

Photo III Swissair Photo AG., Zürich

14
14
3
1
3
2
4
5
4
2'
1
11
2
1
3
11
2
3'
3
3'
2'
2
2
11
11
12
A



Swissair Photo AG., Zürich



erungsskizze V'

Clariden–Scheerhorngruppe, vom oberen Schächental aus

annaz/Dachschiefer-Serie, autochthon = ungleiche Punkte; Griesstock-Decke = schraffen dick; Mesozoikum der Schilt-Decke (am Scheerhorn und unter dem ligrat) = Schrägschraffen dünn; Verschürftes Tertiär der Schilt-Decke (am Scheer- nd unter dem Kammligrat) = Schrägschraffen dünn, mit Punkten.
listock-Decke: Dogger = schwarz; Malm = Vertikalschraffen dünn, weit; Zement- = Vertikalschraffen dünn, eng; Verkehrte Kreideserie$_1$ = feine Punkte weit; Verkehrte serie$_2$ = dicke Punkte weit; Verschürfte Basisserien = dünne Punktfelder; Loch- kalk = Vertikalschraffen dick; Axen-Decke (A).

V

Swissair Photo AG., Zürich

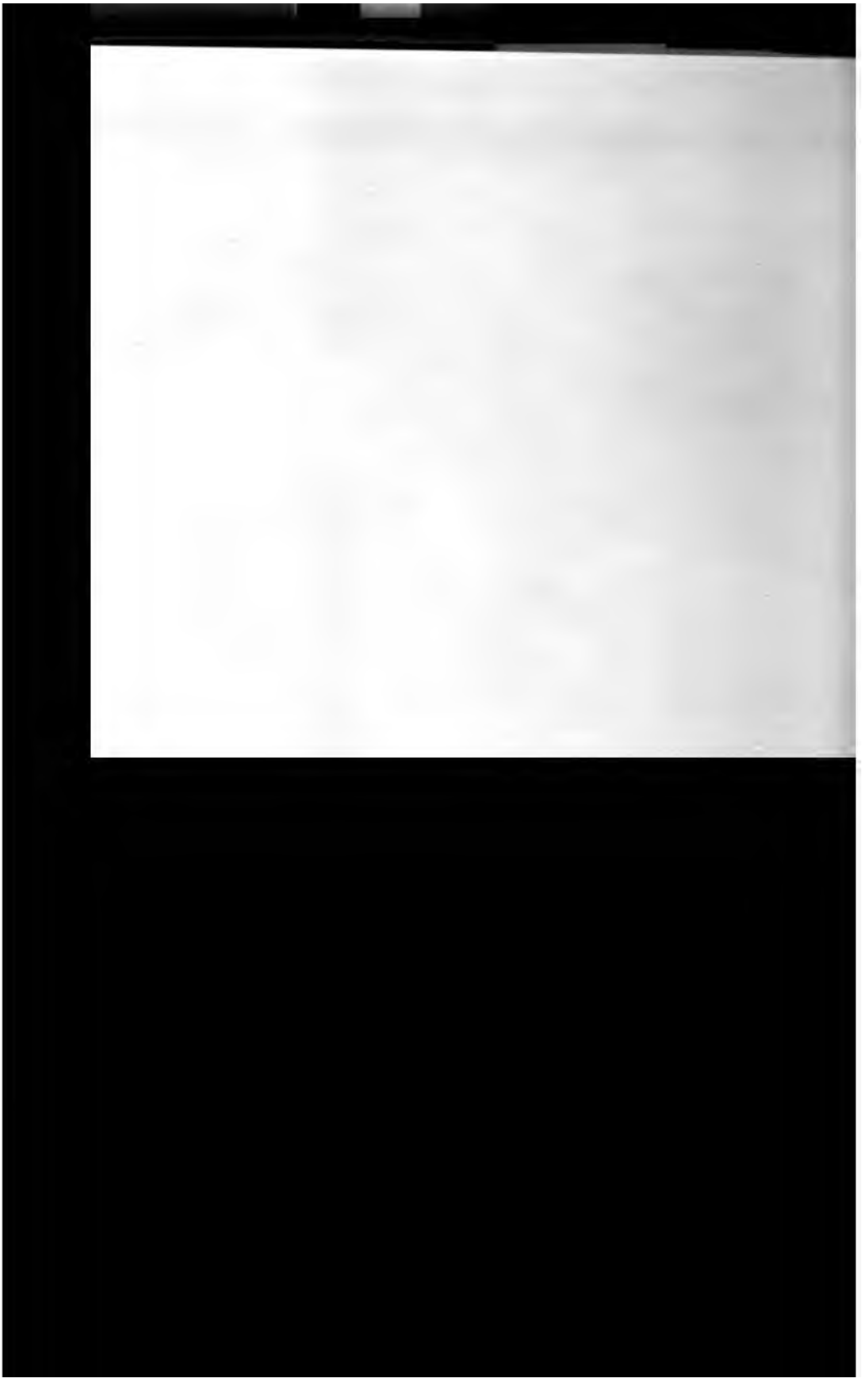
VI

Swissair Photo AG., Zürich

otnossen
Speichstock
Teufelstöcke
Bocktschingel
Gemsfayren
2
3
3
4
5
3'
3
2
2
1
4

Swissair Photo AG., Zürich

Photo VII



OPTIK

MIKRO

PHOTO

KINO

W. KOCH OPTIK AG

ZÜRICH

Bahnhofstrasse 17

WILHELM ZSCHIETZSCHMANN

HELLAS UND ROM

Eine Kulturgeschichte des Altertums in Bildern
68 Seiten Text und 304 Bildseiten mit
über 500 Abbildungen in Kupfertiefdruck
Format 17×23 cm. In Leinen gebunden Fr. 21.50

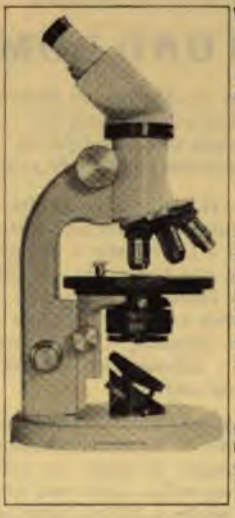
Inhalt: Gottheiten – Heiligtümer und Kulte – Theaterwesen – Bauten – Denker und Dichter – Staatsmänner – Heerwesen – Fremdvölker – Erziehung und Unterricht – Sport und Spiel – Jagd – Handel und Gewerbe – Schiffahrt – Landleben – Häuser und Höfe – Häusliches Leben – Kleidung – Musik und Tanz – Symposion – Lebensstufen – Krankheit, Tod und Grab.

In dem Buch »*Hellas und Rom*« ist das klassische Altertum wie in einem modernen Bildbericht eingefangen. Es zeigt, wie sich die Menschen damals selbst sahen und wie sie lebten. Dieses Bildbuch bildet mühelos und verlockt zu weiterer Beschäftigung mit den Autoren der Geschichte des Altertums.

FRETZ & WASMUTH VERLAG
ZÜRICH

.... für gute Clichés zu *Pesavento*

R. Pesavento Söhne, Clichéanstalt
Zürich 2, Bluntschlisteig 1
Tel. (051) 23 76 50



Wild M 11

Das neuartige, ausbaufähige Mikroskop

Ideal für Kurse und Laboratorien, für Studenten der Medizin und der Naturwissenschaften. Die Grundausrüstung lässt sich später nach dem «Baukastenprinzip» mit wenigen Handgriffen bis zum Forschungsstativ ausbauen.

◘ Schweizer Präzisionsinstrument. Ausgerüstet mit der ausgezeichneten Wild-Mikro-Optik. Neuartige Verpackung in einer Metallhaube.

Prospekt mit technischen Daten durch die Optischen Werke Wild Heerbrugg AG., Heerbrugg/SG

WILD

Volle Garantie für prompten Service und zuverlässige Nachlieferung von Ersatzteilen durch ◘ Schweizer Unternehmen von Weltruf

---

Zürich

Aarau	Lausanne
Arosa	Locarno
Basel	Lugano
Bern	Luzern
Biel	Martigny
Brig	Neuenburg
Chiasso	Pontresina
Chur	St. Gallen
Davos	St. Moritz
Frauenfeld	Schaffhausen
Genf	Schwyz
Glarus	Sitten
Interlaken	Weinfelden
Kreuzlingen	Zug
Küsnacht ZH	

New York

Tochtergesellschaften in New York und Montreal

67
.2965
v.106
n.4

Jahrgang 106 Heft 4 (Schlussheft) Dezember 1961

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
JUL 27 1962
LIBRARY

H. U. STAUFFER: Santalales-Studien V—VIII 387
E. KRAMER: Über zwei afrikanische Zwergpuffottern, *Bitis hindii* (Boulenger, 1910) und *Bitis superciliaris* (Peters, 1854) 419
E. HORBER: Beitrag zur Domestikation der Hummeln 424
E. MESSIKOMMER: Eine neue Plankton-Invasion im Pfäffikersee 448
E. A. THOMAS: *Hydrodictyon reticulatum* und seine Beziehung zur Saprobität im Zürichsee und in der Glatt . . . 450

BERICHTE

W. KUHN: Der Firnzuwachs pro 1960/61 in einigen schweizerischen Firngebieten. 48. Bericht 457

NATURSCHUTZ

16. Jahresbericht der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1960 . . 466
H. LEIBUNDGUT, E. LANDOLT, J. SCHINZ, W. LÜDI, W. HÖHN und K. SUTER: Zürcherische Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung 467

NATURWISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFTEN

50 Jahre Entomologia Zürich 497

NEKROLOGE

KARL ROHR (1900—1959) 498
HERMANN HIRZEL-SEILER (1890—1961) . 499
ERWIN SCHRÖDINGER (1887—1961) . . . 500
CARL GUSTAV JUNG (1875—1961) . . . 501
LEO MINDER (1887—1961) 502
RUDOLF STAUB (1890—1961) 503
ROBERT HUBER (1877—1961) 505
GUIDO MIESCHER (1887—1961) 506

VORTRÄGE DER NGZ 508

BUCHBESPRECHUNGEN

A. FREY-WYSSLING: Submikroskopische Cytologie 519
H. FRITZ-NIGGLI: Vererbung bei Mensch und Tier 519
M.-E. MEFFERT: Die Wirkung der Substanz von Scenedesmus obliquus als Eiweissquelle in Fütterungsversuchen und die Beziehung zur Aminosäure-Zusammensetzung 520
S. STANKOVIC: The Balkan Lake Ohrid and its living world 520
E. THENIUS und H. HOFER: Stammesgeschichte der Säugetiere 521
E. THOMMEN: Taschenatlas der Schweizer Flora 523

Weitere Veröffentlichung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich:
Neujahrsblatt auf das Jahr 1962 (164. Stück):
HANS FISCHER: Die Tierwelt im Lichte der Pharmakologie
(72 Seiten mit 40 Abbildungen im Text)

Preis Fr. 12.—

DRUCK UND VERLAG GEBR. FRETZ AG ZÜRICH

Neujahrsblätter der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

Seit 1947 sind erschienen:

1947	E. Rübel: 1746—1946. Geschichte der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 123 Seiten und 26 Porträts im Text	Fr. 4.50
1948	Ch. Andreae: Hundert Jahre Schweizerischer Tunnelbau. 45 Seiten und 20 Textfiguren	Fr. 4.—
1949	B. Milt: Die Entwicklung der Zürcher Naturwissenschaften und ihr Aufschwung durch den Geist von 1848. 62 Seiten	Fr. 3.50
1950	B. Peyer: Goethes Wirbeltheorie des Schädels. 132 Seiten und 87 Textabbildungen	Fr. 9.—
1951	A. Frey-Wyssling: Elektronenmikroskopie. 46 Seiten mit 14 Abbildungen und 4 Tafeln im Text	Fr. 3.—
1952	E. Brandenberger: Auftrag und Gegenstand, Methoden und Mittel der Materialprüfung. 61 Seiten und 40 Abbildungen im Text	Fr. 5.—
1953	P. Niggli: Vom Wachstum der Kristalle. 35 Seiten mit 1 Tafel und 36 Abbildungen im Text	Fr. 4.50
1954	M. Waldmeier: Radiowellen aus dem Weltall. 78 Seiten mit 45 Abbildungen im Text	Fr. 6.50
1955	H. Boesch: Amerikanische Landschaft. 66 Seiten mit 6 Abbildungen im Text	Fr. 5.—
1956	K. Clusius: Flüssiger Wasserstoff. 34 Seiten mit 15 Abbildungen im Text und einer ganzseitigen Photographie von James Dewar	Fr. 4.—
1957	Paul Scherrer: Atomenergie. 42 Seiten mit 25 Abbildungen im Text	Fr. 4.—
1958	Guido Fanconi: Die spinale Kinderlähmung (Poliomyelitis). 65 Seiten mit 22 Abbildungen im Text	Fr. 5.—
1959	Hans Burla: Darwin und sein Werk. 74 Seiten mit 20 Abbildungen im Text	Fr. 5.50
1960	Jakob Ackeret: Raumfahrt. 46 Seiten mit 19 Abbildungen im Text	Fr. 5.—
1961	Ernst Baumann: Der Eidophor, eine schweizerische Entwicklung der Fernseh-Grossprojektion. 51 Seiten, mit einem Titelbild, einem Porträt und 27 Abbildungen im Text	Fr. 6.—
1962	Hans Fischer: Die Tierwelt im Lichte der Pharmakologie. 72 Seiten, mit 40 Abbildungen im Text	Fr. 9.—

Vergrössern
bringt Ihre Photos
zur Wirkung
GANZ & CO
ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 239773

Santalales-Studien V–VIII

Von

HANS ULRICH STAUFFER

Botanisches Museum der Universität Zürich

Vorbemerkungen

"... it should be realised that botany is no longer in need of hasty mediocre work and, furthermore, that the merit of these works lies essentially in the amount of critical, original observation they contain and in the love and care with which they have been polished."

VAN STEENIS 1954

Wenn bei phylogenetischen und klassifikatorischen Untersuchungen brauchbare Resultate gewonnen werden sollen, dann ist heute eine gründliche und gleichmässig umfassende Aufnahme möglichst vieler Merkmale notwendig. Prämature Synthesen auf Grund des Studiums nur einzelner Merkmalskomplexe vermögen vielleicht gewisse Schlaglichter zu werfen, sie bringen aber keine wirklichen Fortschritte im Verständnis der phylogenetischen Zusammenhänge. Um einigermassen zuverlässige Schlüsse ziehen zu können, sind bei der Beurteilung von Phanerogamen neben den ausgebauten Kriterien der klassischen Morphologie solche der Anatomie, der Embryologie und der Palynologie nicht zu umgehen. Die entsprechenden Untersuchungen werden dadurch langwierig und mühsam.

Mit dem Ziel, Unterlagen für eine phylogenetische und klassifikatorische Neu-Beurteilung der Reihe *Santalales* zu gewinnen, begannen wir 1957 unsere *Santalales*-Studien zu veröffentlichen. Bisher sind erschienen:

I. Zur Stellung der Gattung *Okoubaka* Pellegrin et Normand. 1957
II. *Daenikera*, eine neue Santalaceen-Gattung. 1957[1]
III. *Amphorogyne*, eine weitere Santalaceen-Gattung aus Neukaledonien. 1957[1]
IV. Revisio *Anthobolearum*. 1959

Jetzt können vier weitere Beiträge vorgelegt werden. Eine 1960 durch Subvention der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich ermöglichte Studienreise an die Herbarien von Kew, London, Edinburgh und Paris sowie Aufenthalte in Genf und Paris 1961 haben wesentlich zur Beschaffung der hier gelieferten Daten beigetragen.

Seit Ende 1960 wird unser Forschungsprogramm vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung getragen. Die Georges und Antoine Claraz-Schenkung unterstützt die Herausgabe dieser

[1] Gemeinsam mit H. HÜRLIMANN.

t durch einen Publikationsbeitrag. Allen diesen Institutionen danken wir, o den Vorständen der Herbarien und Bibliotheken, die uns durch Material- ngen, Auskünfte und Ausleihen unsere Studien ermöglichten.

anatomischen Untersuchungen über die Spikularzellen der *Couleae* en von Dr. MARIE-ANNE GUTZWILLER ausgeführt. Meine Frau, LISA MARIA FFER-IMHOOF, hat alle Zeichnungen unter meiner Anleitung erstellt. Meinen n Mitarbeiterinnen möchte ich für die ständige Unterstützung beim Fort- der Untersuchungen sehr danken.

f. Dr. F. MARKGRAF, der uns für die *Santalales*-Forschungen Herbar, Biblio- und Laboratorien des Botanischen Museums der Universität Zürich zur gung stellt und unsere Arbeit als Mitteilung aus dem Botanischen Museum einen lässt, sei zum Schluss ganz besonders gedankt.

Afrikanische Santalaceae I: Osyris, Colpoon und Rhoiacarpos

(*Santalales*-Studien V)

m Versuch, aus der Literatur eine Übersicht über die *Osyrideae*-Gattun- frikas zu gewinnen, stiess ich auf Meinungsverschiedenheiten und Wider- he, die zu klären, Zweck der vorliegenden Studie sein soll.

n *Osyrideae* findet sich in Afrika nördlich der Sahara nur die Gattung s L. mit zwei Arten. Südlich der Sahara wurde als erste Gattung 1767 *on* durch BERGIUS aus dem Kapgebiet mit der Art *C. compressum* be- ben und abgebildet. MURRAY führt 1774 dieselbe Pflanze im neuen Genus

; erscheint ferner eine Bemerkung dieses Autors unter *Osyris* (S. 227): *inica*, Hochst., in Africa australi Natalensi sat frequens, in herbariis *oone compresso* saepe confusa, facile distinguitur foliis omnibus alter- us saepissime 3-meris, notisque genericis.»

n bemerkt SIM, der 1907 wiederum *Colpoon* mit zwei Arten erwähnt, keine trennenden Gattungs- oder Artunterschiede zwischen *Colpoon um* und *Osyris* finden.

er Bearbeiter der *Santalaceae* für die Flora Capensis, diskutiert 1915a *deae*-Gattungen der Kapflora und sagt (S. 100): "In the forthcoming f the Flora Capensis it has not been found possible to uphold Bergius' *poon*; the character of the opposite leaves is far from constant, and on specimen leaves may be found arranged in opposite or subopposite ey may be more or less alternate. In the floral characters no difference ticed between plants with alternate leaves placed under *Osyris abys-* chst., and those with more or less opposite leaves formerly placed *poon compressum*, Berg. The leaves in all specimens are flat, glaucous- reen and very variable in shape with mucronate apices; the inflore- re as a rule axillary and inconspicuous, and there is no distinction be- fruits of the plants which have been assigned to the two genera." Dem- end finden wir in der Flora Capensis *Colpoon compressum* als Syno- r *Osyris abyssinica*, während die Gattung *Rhoiacarpos* wieder auf- n wird.

E et SUMMERHAYES bemerken 1927 (S. 194): "*Colpoon* is undoubtedly *Osyris*, to which it has been reduced by some authors, and *C. com-* ndeed resembles *O. abyssinica* so closely that it has sometimes been as a mere synonym. The subsessile stigma of the former, however, distinguishing character which may be utilised even in the fruiting

GER 1935 werden *Colpoon* (mit *C. compressum*) und *Rhoiacarpos* (mit *is*) als monotypische Gattungen des Kapgebietes aufgenommen, von rden zwei Arten für Nordafrika genannt, zwei für Afrika südlich der arunter *O. abyssinica*). Diese Auffassung findet keine Nachfolger, die Publikationen greifen vielmehr auf HILL zurück, nur wird nomenkla- chtig *Osyris compressa* (BERG.) A. DC. an Stelle von *O. abyssinica* ge- LLIPS 1951 führt entsprechend für Südafrika je eine Art von *Rhoia-* d *Osyris* auf.

I.

e Frage, die sich bei diesen widersprechenden Literaturangaben stellt, ibt es in Südafrika zwei oder drei Osyrideen? LLE, BENTHAM, PILGER nennen je drei, HILL, PHILLIPS und andre neuere wei. Eine Untersuchung des südafrikanischen Osyrideenmaterials in arien von Zürich, Genf, Paris, Kew und London (BM) ergab die Es gibt drei Arten, die sich eindeutig morpho- unterscheiden lassen und keinerlei Übergänge

tereinander zeigen. Tabelle 1, ergänzt durch die Abbildungen, gibt
Übersicht der wichtigsten Differentialmerkmale der drei Taxa, die vorerst
Colpoon compressum BERGIUS, *Rhoiacarpos capensis* (HARV.) A. DC. und
ris abyssinica HOCHST. ex A. RICH. bezeichnet werden sollen.

Tabelle 1 Merkmalsvergleich der südafrikanischen *Osyrideae*

	Osyris abyssinica	*Colpoon compressum*	*Rhoiacarpos capensis*
stellung	spiralige $^2/_5$-Stellung	dekussierte Zweier-Wirtel, selten die beiden Blätter etwas verschoben	dekussierte Zweier-Wirtel
ssaufbau	± monopodial oder sympodial, aber dann nie typisch dichasial	typisch dichasial	typisch dichasial
	in oder über der Mitte am breitesten; trocken flach; am Grunde keilförmig in kurzen Stiel verschmälert	in oder über der Mitte am breitesten; trocken flach; am Grunde keilförmig in kurzen Stiel verschmälert	unter der Mitte am breitesten; trocken leicht eingerollt; am Grunde herzförmig abgerundet, ± sitzend
reszenz	axillär; gestielt; einblütig oder arm- bis mässig reichblütige Doldentraube	terminale Rispe, zuweilen am Grunde durchblättert	terminale Rispe, zuweilen am Grunde durchblättert

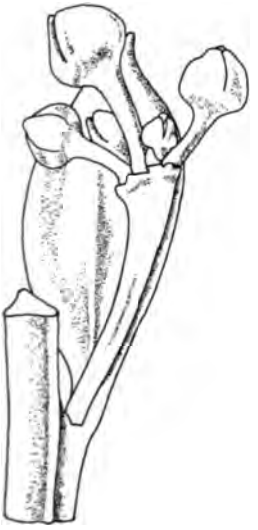
Ⓖ

Ⓕ

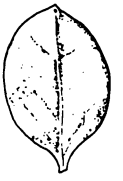
Ⓔ

Ⓗ

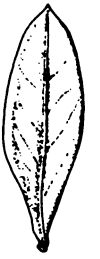
Ⓘ



Ⓓ



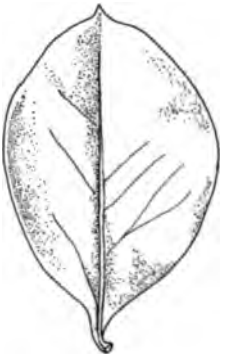
Ⓒ



Ⓑ

Ⓛ

Ⓚ



Ⓐ

II.

Die zweite Frage, die gestellt werden soll, lautet: Auf wie viele Gattungen sind die drei Arten zu verteilen? Diese Frage kann nur gelöst werden, wenn zuvor ein Seitenblick auf die Wertigkeit der Gattungen innerhalb der *Santalaceae* und speziell der *Osyrideae* geworfen wird. Die Gattungsunterschiede sind oft gering. Es sei dafür auf den oben wiedergegebenen Kommentar von BENTHAM verwiesen. Ein Beispiel für die Feinheit der Gattungsunterschiede bei den *Osyrideae* sei zudem erläutert; es betrifft *Santalum* und *Eucarya*. Diese Gattungen wurden von SPRAGUE et SUMMERHAYES 1927 zusammen mit *Mida* ausführlich diskutiert, sowohl SKOTTSBERG 1930 wie PILGER 1935 treten ebenfalls für die selbständige Aufrechterhaltung aller dieser Genera ein. Die Unterschiede zwischen *Eucarya* und *Santalum* beruhen dabei hauptsächlich auf dem Ausbildungsgrad des Diskus, der Abfälligkeit der Tepalen an der Frucht, der Griffellänge sowie der Frucht.

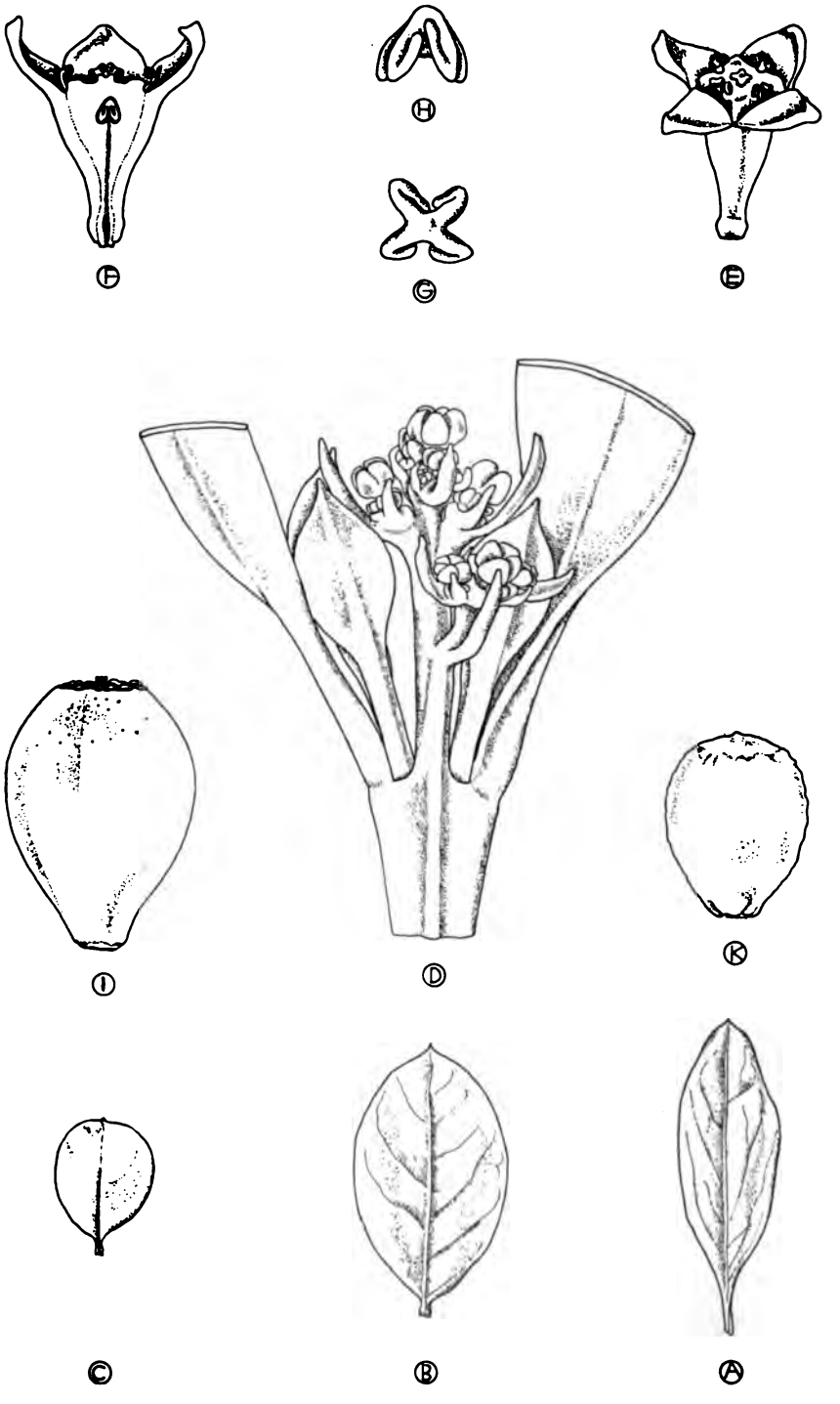
Wenn man Tabelle 1 betrachtet, fallen die Unterschiede zwischen *Osyris* und den beiden andern Genera sofort auf, in Blattstellung, im Verzweigungssystem, in Bau und Stellung der Infloreszenzen, im Geschlechtsverhalten der Blüten. Einer Vereinigung von *Colpoon* und *Osyris* kann daher nicht zugestimmt werden. Eher noch könnte die Vereinigung von *Colpoon* und *Rhoiacarpos* nach dem Vorgehen von BAILLON und BENTHAM Verständnis finden. Zwischen diesen letzteren *Osyrideae*-Vertretern finden sich jedoch bei näherer Betrachtung ebenfalls Unterschiede, die ganz ähnliche Wertigkeit besitzen wie die oben angeführten zwischen *Santalum* und *Eucarya*. Sie betreffen Form des Diskus und Blütenaufriss allgemein, Griffellänge sowie Abfälligkeitstendenzen der Tepalen und Brakteen.

Die drei südafrikanischen *Osyrideae* scheinen mir daher durchaus als eigene Gattungen berechtigt, solange man sich nicht entschliesst, innerhalb der *Osyrideae* eine tiefgreifende Gattungsreform vorzunehmen und die derzeitigen sechsundzwanzig Genera auf etwa fünfzehn zu reduzieren. Weder die dadurch bedingten nomenklatorischen Änderungen noch eine sachliche Notwendigkeit lassen aber eine derartige Reform wünschenswert erscheinen, sie stünde im Widerspruch zu der historischen Entwicklung und würde eigentlich für die Klassifikation auch nicht viel beitragen, da dann innerhalb der weiter aufgefassten Gattungen die bisherigen doch wieder als Untereinheiten von charakteristischer Eigenheit anerkannt werden müssten.

Die zweite von uns gestellte Frage lässt sich demnach dahin beantworten, dass für Afrika weiterhin mit den drei *Osyrideae*-Gattungen *Osyris, Colpoon*

Abb. 2 *Colpoon compressum* BERGIUS

A–C Laubblätter, 1 : 1 (A: RUDATIS 1128, B: SCHLECHTER 286, C: ECKLON et ZEYHER 83.6)
D Infloreszenz jung, 15 : 2 (EDWARDS 165)
E Blüte, 15 : 2
F Blüte, Längsschnitt, 15 : 2
G, H Plazenta, 15 : 1 (E–H: ROGERS 27651)
I Frucht, 3 : 1
K Endokarp, 3 : 1 (I, K: BACHMANN 1888)


F
H
G
E
I
D
K
C
B
A

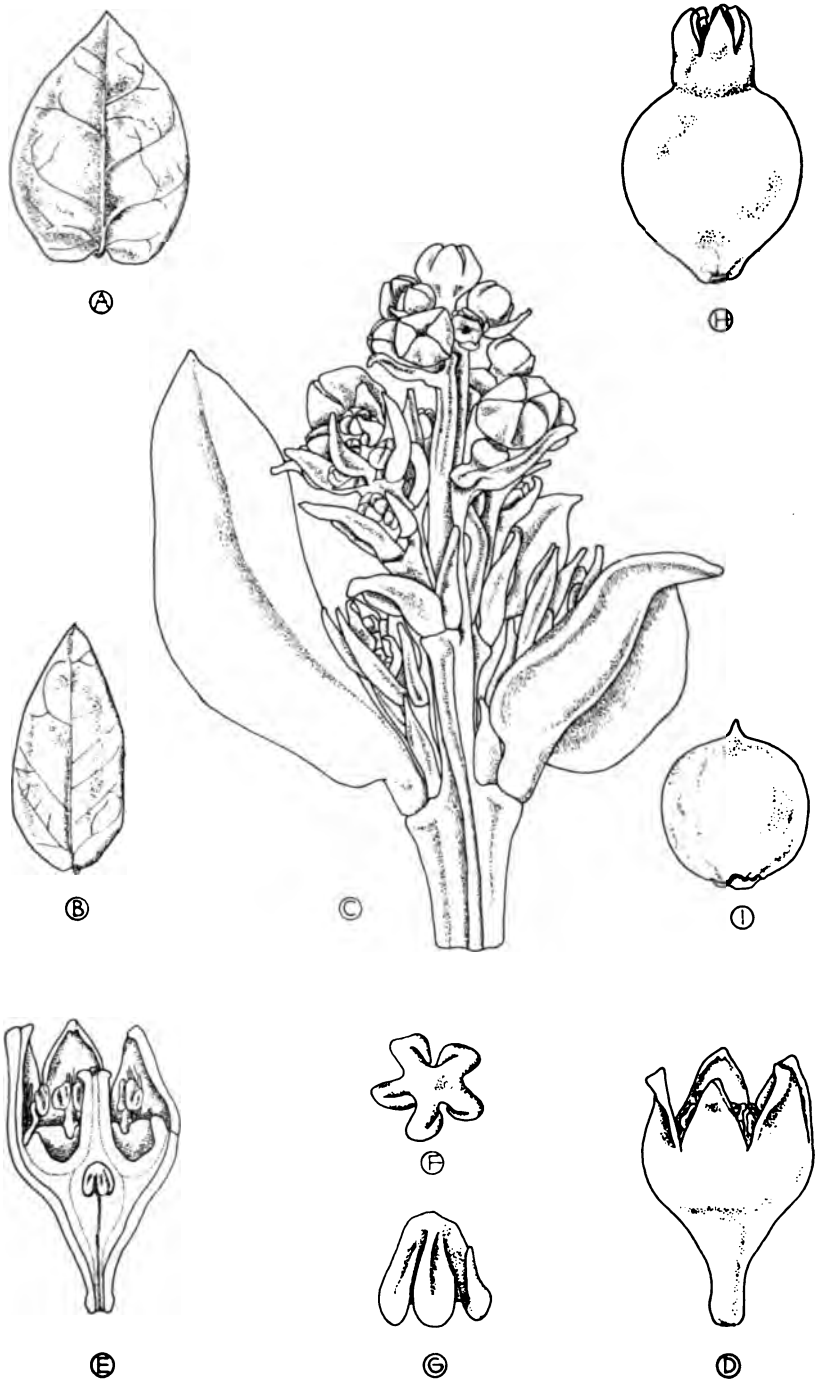
hoiacarpos gerechnet werden muss. Während die beiden letzteren als ypische Genera taxonomisch und nomenklatorisch keine Schwierigkeiten n (ihre Arten haben *Colpoon compressum* BERGIUS und *Rhoiacarpos is* (HARVEY) ALPH. DE CANDOLLE zu heissen), herrscht bei *Osyris* eine end verwickeltere Situation, die ich nun beleuchten möchte.

III.

die Gattung *Osyris* sind bisher für Afrika nicht weniger als sechzehn Taxa ieben oder angegeben worden, die in Tabelle 2 zusammengestellt sind.

Tabelle 2 Die für Afrika beschriebenen oder angegebenen Arten von *Osyris*

	Typus:
Osyris alba LINNÉ	in Herb. LINNÉ
Fusanus» alternifolius R. BROWN nom. nud.	SALT in Herb. BANKS)
Osyris lanceolata HOCHSTETTER et STEUDEL Exsicc. cum descr.	SCHIMPER
Osyris quadripartita SALZMANN ex DECAISNE	SALZMANN
Osyris abyssinica HOCHSTETTER ex A. RICHARD	SCHIMPER 281
Osyris Wightiana WALLICH ex WIGHT	WALLICH 4036
Osyris quadrifida SALZMANN ex A. DC. pro syn.	SALZMANN
Osyris arborea WALLICH ex A. DC.	WALLICH 4035
Osyris pendula BALFOUR	BALFOUR, COCKBURN and SCOTT 630
Osyris rigidissima ENGLER	HILDEBRANDT 1539



Die zweite Gruppe zeigt reduzierte, abfällige Brakteen, die über dem verlängerten Grundinternodium der Infloreszenzachse alle ± auf gleicher Höhe stehen und so bei den mehrblütigen ♂ Ständen eine Dolde hervorbringen. Die ♀ Stände sind vorwiegend auf die Terminalblüte beschränkt, die auch im ♂ Geschlecht immer zu finden ist. Zu dieser Gruppe sind alle andern für Afrika angegebenen Arten zu rechnen, ebenso die asiatischen Taxa *O. nepalensis* GRIFFITH, *O. divaricata* PILGER und *O. daruma* PARSA.

Diese Arten sind bisher nie kritisch verglichen worden. Ein Schlüssel für ganz Afrika liegt nicht vor und bei den einzelnen Beschreibungen ist selten das Verhältnis zu schon bekannten irgendwie geprüft worden. Als trennende Merkmale werden etwa erwähnt: Form und Textur des Blattes, Ausbildung des Blattstieles und der Blattspitze, Form und Grösse der Frucht, Grad der Behaarung sowie die Wuchsform. Je mehr Belege indes in die Herbarien kamen, um so deutlicher erkannte man die starke Variabilität gerade in diesen Merkmalen, so dass einige «Arten» allmählich kaum mehr aufrechterhalten bleiben konnten.

Bezeichnend ist die Aufzählung der afrikanischen Spezies bei ENGLER 1915, wo es (S. 69) unter anderem heisst: «... *O. abyssinica* Hochst., von welcher südwestafrikanische Exemplare die gleiche Blattform besitzen wie *O. compressa*, während abyssinische und andere durch mehr lanzettliche Blätter der später zu erwähnenden *O. tenuifolia* nahe kommen.» Ferner (S. 71) von *O. abyssinica*: «Wahrscheinlich gehört zu ihr auch die ... von mir als *O. rigidissima* beschriebene Pflanze.» Von *O. tenuifolia* (S. 71): «Sie ist der indischen *O. Wightiana* Wall. (*O. arborea* Wall.) sehr ähnlich ...» Und weiter (S. 71): «Der *O. Wightiana* nähert sich auch etwas *O. lanceolata* Hochst. et Steud. durch ihre lanzettlichen Blätter.»

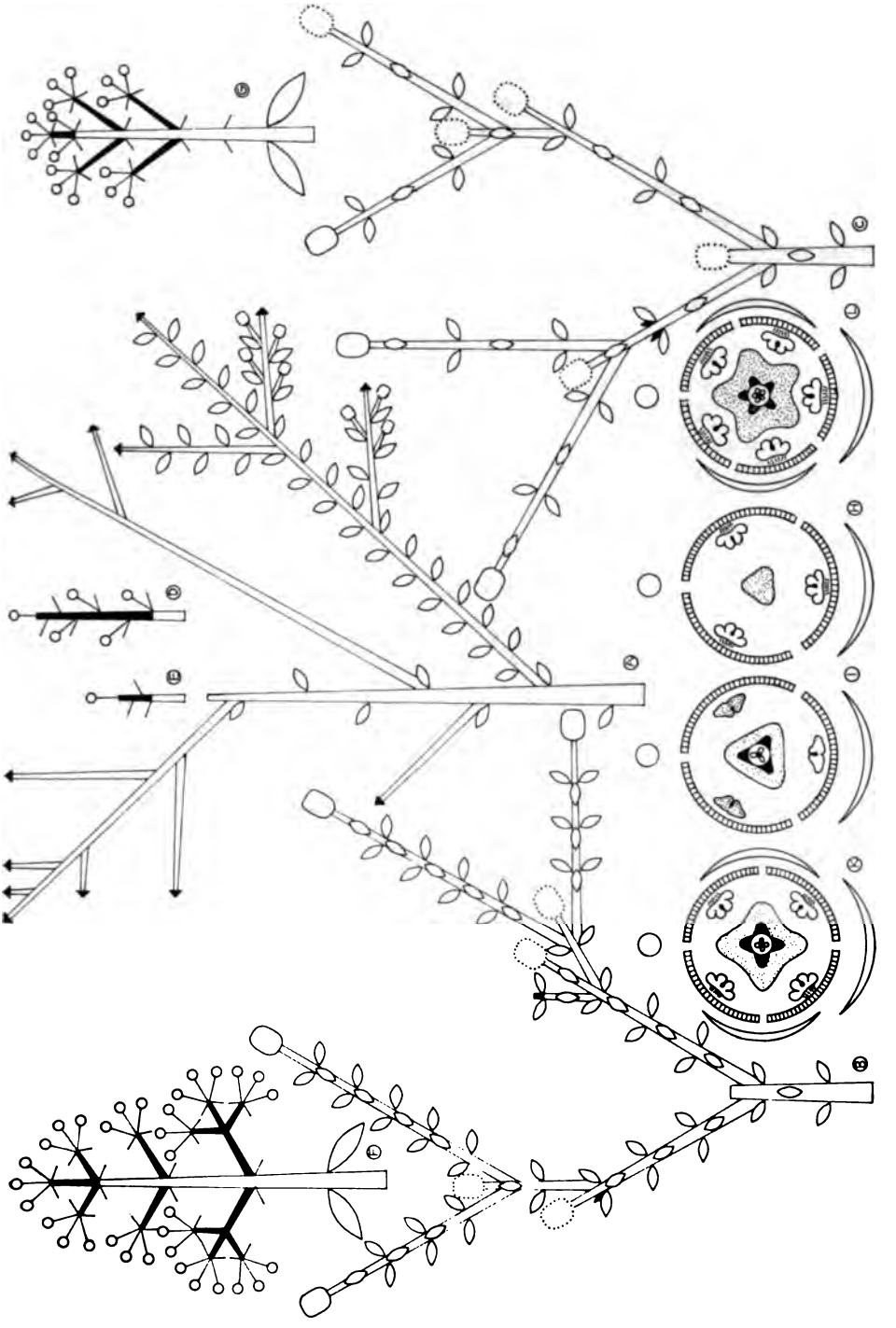
In einzelnen Publikationen über die afrikanische Flora werden denn auch verschiedene dieser Arten zu den Synonymen gestellt (zum Beispiel bei BALFOUR 1888 unter *O. arborea: O. Wightiana, O. abyssinica*, bei PETER 1932 unter *O. Wightiana: O. tenuifolia*, bei ROBYNS et LAWALRÉE 1948 unter *O. arborea: O. Wightiana, O. tenuifolia, O. urundiensis*, bei CUFODONTIS 1953 unter anderem unter *O. abyssinica: O. rigidissima*, bei BRENAN 1954 unter *O. compressa: O. abyssinica, O. arborea, O. Wightiana*) oder sie verschwinden ganz (wie *O. angustifolia* BAKER 1910 im Kew Bulletin beschrieben, 1911 in den vom gleichen Autor bearbeiteten *Santalaceae* in der Flora of Tropical Africa nicht mehr erwähnt).

Abb. 4 *Osyris, Colpoon, Rhoiacarpos:* Verzweigung, Infloreszenzen und Blütendiagramme (gestauchte Achsenteile schwarz)

Verzweigungsschemata:
A *Osyris* (nach FLECK 318a)
B *Colpoon* (nach BACHMANN 1431)
C *Rhoiacarpos* (nach COOPER 52)

Infloreszenzschemata:
D *Osyris* ♂ (nach GOOSSENS 233)
E *Osyris* ♀ (nach SCHLIEBEN 343)
F *Colpoon* (nach PHILLIPS s. n.)
G *Rhoiacarpos* (nach SCHLECHTER 2657)

Blütendiagramme:
H *Osyris* ♂
I *Osyris* ♀
K *Colpoon*
L *Rhoiacarpos*



musste bei dieser Situation lohnend erscheinen, ein möglichst umfang-
s Material der Gattung zu prüfen. Eine Durchsicht der *Osyris*-Belege der
rien von Zürich, Genf, Paris, Kew und London (BM), in denen auch die
n Typen enthalten waren, ergab, dass sämtliche Belege dieser zweiten
gruppe aus Afrika zu einer Art gerechnet werden müssen. Belege aus
ko liessen sich von solchen aus Südafrika nicht unterscheiden, zwischen
en und den Aufsammlungen aus Abessinien finden sich alle Übergänge.
kteristisch ist die starke Variabilität der Populationen überall in Afrika.
die asiatischen Belege gehören ausnahmslos zu derselben Spezies. Aus
iedenen Gegenden herausgegriffene Einzelbelege mögen in Tabelle 3 für
Merkmale zeigen, dass es nicht möglich ist, mehrere Arten auseinander-
en.

Tabelle 3 Merkmalsvergleich für verschiedene *Osyris*-Belege

	Blattlänge (je des grössten Blattes pro Beleg)	Blattbreite	Blattdicke	Blütenstand-länge zu Tragblatt-länge	Blütenzahl ♂	Blütenzahl ♀
o, Algier	21—45 mm	7—16 mm	dünn/dick	1/2—1/5	3—5	1(—2)
ka	18—55 mm	8—30 mm	dünn/dick	2/3—1/3	3—10	1(—3)
ien	30—50 mm	10—27 mm	dünn/dick	2/3—1/3	5—12	1(—3)
ka	25—53 mm	11—23 mm	dünn/mässig dick	2/3—1/4	3—8	1
Tonkin	30—53 mm	8—21 mm	dünn/mässig dick	2/3—1/4	3—8	1(—3)

tform, Länge des Blattstiels, Textur und Nervation des Blattes sind über-
sserst variabel und können für die Unterscheidung von Arten nicht ver-
t werden. Ebenso sind die Form und Grösse der Frucht und die Behaa-

Zusammenfassung

Die Untersuchung der afrikanischen *Osyrideae* hat ergeben, dass in Südafrika drei Taxa unterschieden werden können: *Colpoon compressum* BERGIUS, *Rhoiacarpos capensis* (HARVEY) ALPH. DE CANDOLLE und eine Art von *Osyris*, die bisher als *O. abyssinica* HOCHST. ex A. RICHARD bezeichnet wurde. Die Merkmale der drei Taxa werden ausführlich verglichen.

Eine kritische Durchsicht der Gattung *Osyris* hat gezeigt, dass nur zwei Arten aufrechterhalten werden können: *O. alba* LINNÉ, die nur nördlich der Sahara vorkommt, sowie die in Afrika und Asien weit verbreitete *O. lanceolata* HOCHSTETTER et STEUDEL.

Summary

A study of the african *Osyrideae* has shown that there are three different taxa in southern Africa: *Colpoon compressum* BERGIUS, *Rhoiacarpos capensis* (HARVEY) ALPH. DE CANDOLLE and one species of *Osyris*, known hitherto as *O. abyssinica* HOCHST. ex A. RICHARD. The characters of the three taxa are discussed.

Within the genus *Osyris*, there are only two taxa that can be maintained: *O. alba* LINNÉ, occuring but in the north of the Sahara, and *O. lanceolata* HOCHSTETTER et STEUDEL, widely spread in Africa and southern Asia.

Literatur

BAILLON, H. (1862/63): Deuxième mémoire sur les Loranthacées. Adansonia, *3*, p. 50—128.

BAKER, J. G. (1910): *Osyris*. In Diagnoses africanae XXXVII. Kew Bull., p. 238/39.

BAKER, J. G. et A. W. HILL (1911): *Santalaceae*. In THISELTON-DYER, Flora of tropical Africa, *6*; *1*, p. 411—434.

BALFOUR, J. B. (1884): Diagnoses plantarum novarum phanerogamarum socotrensium III. Proc. Royal Soc. Edinburgh, *12*, p. 76—98.

— (1888): Botany of Socotra. Transact. Royal Soc. Edinburgh, *31*.

BENTHAM, G. (1880): *Santalaceae*. In BENTHAM et HOOKER, Genera plantarum, *3*, p. 217—231.

BERGIUS, P. J. (1767): Descriptiones plantarum ex Capite Bonae Spei ... Stockholmiae.

BRENAN, J. P. M. (1954): Plants collected by the Vernay Nyasaland Expedition of 1946 (continued). Mem. New York Bot. Gard., *9*, p. 1—132.

BROWN, R. (1814): Appendix IV zu SALT, Voyage to Abyssinia. London.

DE CANDOLLE, ALPH. (1857): *Santalaceae*. In DE CANDOLLE, Prodromus, *14*, p. 619—692.

CUFODONTIS, G. (1953): Enumeratio plantarum Aethiopiae. Spermatophyta I. Bull. Jard. Bot. Bruxelles, *33*, Suppl.

ENGLER, A. (1892): Über die Hochgebirgsflora des tropischen Afrika. Abhandl. Preuss. Akad. Wissensch., 1891.

— (1895): Die Pflanzenwelt Ost-Afrikas und der Nachbargebiete. Teil C. Berlin.

— (1915): Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete, *3*; *1*, Charakterpflanzen Afrikas, *Casuarinaceae* bis *Dichapetalaceae*.

ENGLER, A. et G. VOLKENS (1897): Über das wohlriechende ostafrikanische Sandelholz (*Osyris tenuifolia* Engl.). Notizbl. Königl. Bot. Garten Berlin, *1*, S. 269—275.

HARVEY, W. H. (1838): The genera of South African plants. Cape Town.

HILL, A. W. (1915a): Notes on South African *Santalaceae*. Kew Bull., p. 97—102.

— (1915b): *Santalaceae*. In THISELTON-DYER, Flora capensis, *5*; *2*, p. 135—212.

— (1925): Addenda zu *Santalaceae*. In THISELTON-DYER, Flora capensis, *5*; *2*, p. 584/85.

, J. A. (1774): Systema vegetabilium. Editio XIII. Gottingae et Gothae.
, P. (1958): Flore du Sahara septentrional et central.
A. (1948): New species and varieties of the Persian Flora II. Kew Bull., p. 191—228.
A. (1932): Flora von Deutsch-Ostafrika. Beihefte FEDDE Repert., *40*; *2*.
s, E. P. (1951): The genera of South African flowering plants. Editio II. Bot. Survey outh Afr. Mem., 25.
R. (1935): *Santalaceae*. Nat. Pfl. Fam. Editio II., *16 b*, p. 52—91.
, A. (1851): Tentamen florae abyssinicae, *2*.
, W. et A. LAWALRÉE (1948): *Santalaceae*. In ROBYNS, Flore du Congo Belge et du uanda-Urundi, *1*, p. 294—303.
(1907): The forests and forest flora of the colony of the Cape of Good Hope. Aberdeen.
BERG, C. (1930): The geographical distribution of the sandalwoods and its significance. roceed. 4th Pacific Sci. Congr. 1929.
E, A. T. et V. S. SUMMERHAYES (1927): *Santalum*, *Eucarya* and *Mida*. Kew Bull., p. 193 202.
DEMAN, É. (1925a): Matériaux pour la flore forestière du Congo Belge V. Notes préminaires sur une espèce du genre *Osyris* (Santalacées) de l'Urundi. Ann. Soc. Sci. Bruxelles, *44*, Comptes rendus, p. 370—374.
1925b): Matériaux pour la flore forestière du Congo Belge VI. Sur l'*Osyris urundiensis* e Wild. (Santalacées). Ann. Soc. Sci. Bruxelles, *44*, Comptes rendus, p. 536—540.

Afrikanische Santalaceae II: Osyridicarpos

(*Santalales*-Studien VI)

afrikanische Santalaceengattung *Osyridicarpos* wurde 1857 von ALPHONSE

Tabelle 4 Die Taxa der Gattung *Osyridicarpos*

		Typus:	
1857	*Osyridicarpos Schimperianus* (Hochst. ex A. Rich.) A. Dc.	Schimper 404	
1857	*Osyridicarpos natalensis* A. Dc.	Drège V, b, 7 Gueinzius 122	Syntypen, Lectotypus: Drège V, b, 7
1894	*Osyridicarpos scandens* Engler	Volkens 1596	
1894	*Osyridicarpos Kirkii* Engler	Stuhlmann 200 Kirk s. n.	Syntypen, Lectotypus: Kirk s. n.
1900	*Osyridicarpos linearifolius* Engler	Stuhlmann 9199 Goetze 310	Syntypen, Lectotypus: Goetze 310
1901	*Osyridicarpos linearifolius* Engler var. *Goetzei* Engler	Goetze 1253	
1923	*Osyridicarpos Mildbraedianus* Th. C. E. Fries	Fries et Fries 1473	

Verschiedene Angaben über die Morphologie und Taxonomie ergaben aus der Literatur ein widersprechendes Bild: Harvey 1863 erwähnt im Gegensatz zu de Candolle, dass die Frucht bei *O. natalensis* von der stehenbleibenden vollständigen Perianthröhre gekrönt sei. Bentham weist 1880 darauf hin, dass *O. Schimperianus* und *O. natalensis* sehr ähnlich seien; Oliver glaubt 1883 die beiden Arten vereinigen zu müssen, findet mit diesem Vorgehen allerdings keine Nachfolger.

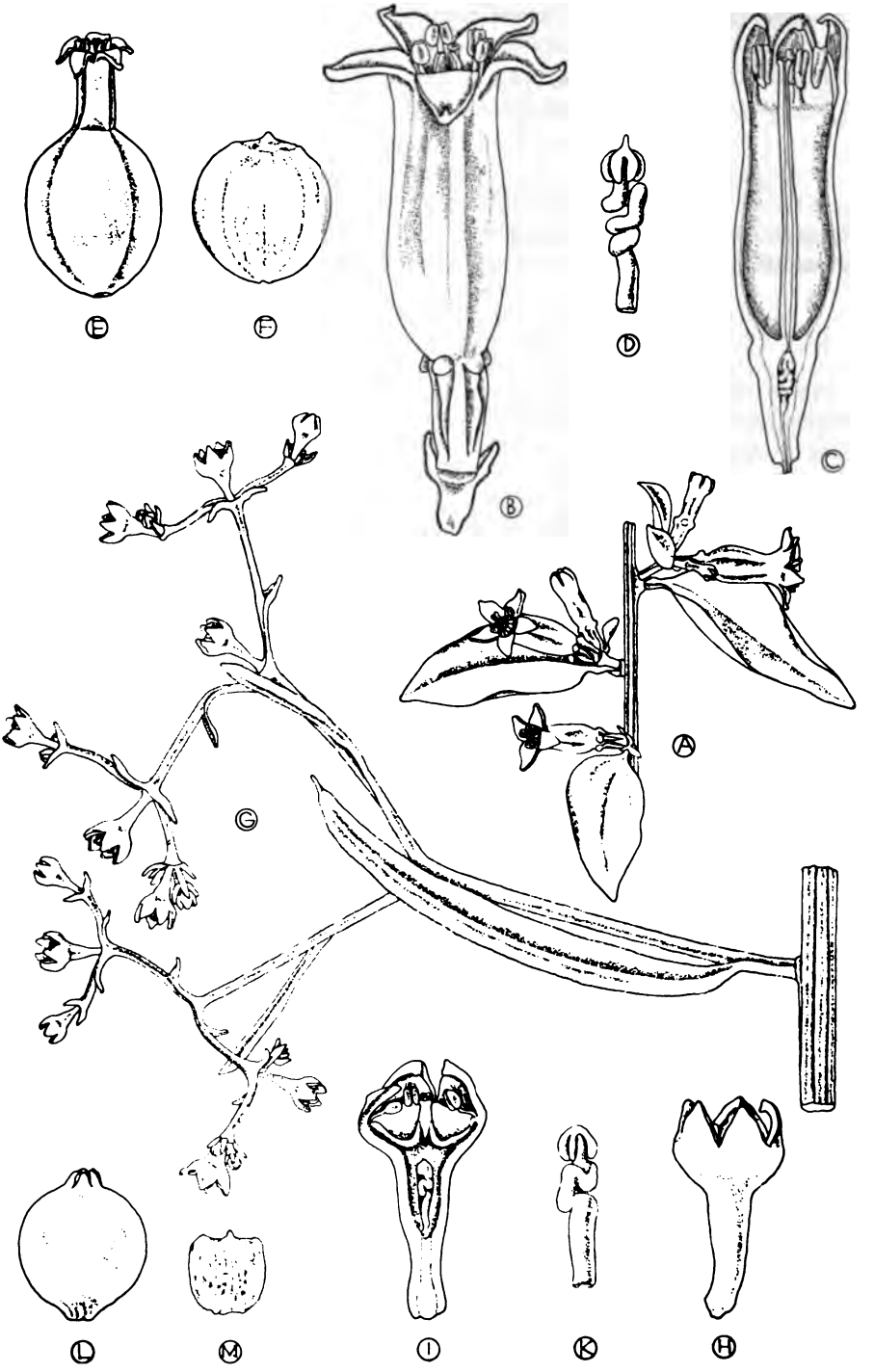
1932 erwähnt Peter, dass *O. Kirkii* von *O. Schimperianus* vermutlich nicht spezifisch getrennt sei, dasselbe vermutet Cufodontis 1953, und Brenan 1954 synonymisiert schliesslich die beiden Taxa.

Diese Literaturangaben und die Bedeutung der Gattung als Vermittlungsglied zwischen *Osyrideae* und *Thesieae* veranlassten mich zu einer Durchsicht aller Typen sowie eines umfangreichen Belegmaterials aus den Herbarien B, BM, E, G, G–DC, K, M und Z. Diese Durchsicht ergab vorerst, dass in der Gattung, wie sie bisher aufgefasst wurde, nur zwei morphologisch klar getrennte Sippen bestehen, die als gute Arten angesehen werden können. Die eine umfasst *O. linearifolius* und dessen var. *Goetzei*, die andere alle übrigen beschriebenen Spezies. Der gültige Name für die zweite Sippe ist daher nach den Regeln: *Osyridicarpos Schimperianus* (Hochstetter ex A. Richard) Alph. de Candolle. *O. linearifolius* ist identisch mit *Thesium triflorum* Thunberg ex Linné F.

Tabelle 5 und Abbildung 5 geben eine Gegenüberstellung der wichtigsten Differentialmerkmale der beiden Arten *Thesium triflorum* und *Osyridicarpos Schimperianus*, die Tabelle liefert ausserdem Angaben über die Variabilität und die Verbreitung. In der Grundorganisation besteht zwischen den beiden Arten enge Verwandtschaft, so in der Holzanatomie, im Bau der Stomata, in der Blattstellung, in der Verzweigung, im Infloreszenz-, Blüten- und Plazentabau sowie in den Früchten. Auch der Pollen ist ähnlich.

elle 5 Merkmalsvergleich von *Thesium triflorum* und *Osyridicarpos Schimperianus*

	Thesium triflorum	*Osyridicarpos Schimperianus*
rung	reproduktive und vegetative Teile völlig kahl (nur Poststaminalhaare vorhanden)	junge Achsen und Blätter, ebenso Tepalen aussen mit kurzen Haaren ± dicht besetzt
eszenz	Grundbau traubig, Seitenäste Dichasien, (1—) 3- bis 31-blütig, Tragblatt oft mit Achselspross am Grunde ± verwachsen	Grundbau traubig, Seitenäste meist einblütig, seltener 3 (—7)-blütige Dichasien, Tragblatt vom Achselspross frei
nröhre	sehr kurz, flachschalig	langzylindrisch, glockig
s	deutlich abgegrenzt mit stumpfen Lappen	nicht deutlich abgegrenzt
l	kurz	lang
er Samen- n	3—4	4—5
nta	an der Spitze ohne stiftförmige Verlängerung	an der Spitze mit stiftförmiger Verlängerung
t	Drupa mit kurzer, bleibender Tepalenröhre und Krone	Drupa mit langer, bleibender Tepalenröhre und Krone
bilität im tiven Bereich	Blattform und -grösse, Blattdicke, Wuchs aufrecht oder kletternd	Blattform und -grösse, Blattdicke, Behaarung aller Teile, Wuchs aufrecht oder kletternd
bilität	Zahl der Blüten pro Infloreszenz,	Länge der Blüten- beziehungs-


E
F
B
D
C
G
A
L
M
I
K
H

Merkmale von *Thesium triflorum* weichen stark ab von denen, die in den osen der Gattung *Thesium*, und besonders der Tribus *Thesieae*, allgemein eben werden, sie nähern sich weit mehr denen der *Osyrideae*. Tabelle 6 e Diagnosen der beiden Tribus nach BENTHAM 1880 und PILGER 1935.

Tabelle 6 Diagnosen der *Thesieae* und *Osyrideae* bei BENTHAM und PILGER

	Thesieae	*Osyrideae*
M 1880	Perianthii tubus basi ovario adnatus, supra ovarium infra lobos plus minus productus, disco tamen nullo prominente vestitus. Fructus parvus, nuceus, exocarpio tenui v. vix carnosulo (excepto Osyridicarpo)	Perianthii tubus ovario adnatus, ultra ovarium haud productus, v. intus disco vestitus, lobis usque ad discum v. ovarium solutis v. rarius deficientibus (Myzodendron ♂). Fructus plus minus drupaceus, exocarpio carnoso v. succulento, rarius minor subsiccus
1935	Blütenhülle epigynisch. Rezeptakulum über das Ovar hinaus mehr oder weniger, meist röhrenförmig verlängert, innen nicht mit dem Diskus bekleidet. Ovar unterständig	Blütenhülle mehr oder weniger epigynisch. Rezeptakulum nicht über das Ovar hinaus verlängert oder kurz bis glockig über das Ovar verlängert und dann innen mehr oder weniger mit dem Diskus bekleidet

musste bei dieser Situation geprüft werden, ob *Thesium triflorum* vielleicht r Gattung *Thesium* auszuschliessen sei. Diese Gattung besitzt in Südafrika entrum und ist dort sehr polymorph. Leider fehlen sowohl eine überde taxonomische Bearbeitung als auch eingehendere morphologische suchungen über die wichtigeren Merkmalskomplexe. Eine kursorische

klar zu überblicken, soll *Osyridicarpos* vorläufig als monotypische Gattung bestehen bleiben.

In der vorausgehenden Arbeit habe ich bereits darauf hingewiesen, dass allgemein geringe Merkmalsunterschiede zur Abtrennung von Gattungen innerhalb der *Santalaceae* verwendet werden. Es erscheint daher zumindest vorläufig berechtigt, *Osyridicarpos* auf Grund des Baues der Tepalenröhre (bei keiner Art von *Thesium* in dieser Form bekannt) und der Plazenta (bei *Thesium* mit 2—3 [—4] Samenanlagen, nie mit 5) aufrechtzuerhalten. Die äusserst enge Verwandtschaft der beiden Gattungen steht allerdings ausser Zweifel.

Zusammenfassung

Nach einer eingehenden morphologischen Analyse lassen sich unter den bisherigen Taxa der Gattung *Osyridicarpos* nur noch zwei aufrechterhalten: *O. Schimperianus* und *O. linearifolius*, wobei diese letztere Art jedoch als mit *Thesium triflorum* identisch erkannt wurde.

Die nunmehr monotypische Gattung *Osyridicarpos* ist mit *Thesium* sehr eng verwandt, soll aber vorläufig aufrechterhalten bleiben, da noch zu wenig Übersicht über die Merkmalsprogressionen innerhalb *Thesium* vorhanden ist.

Die von Bentham eingeführte und von Pilger übernommene Gliederung eines Teils der *Santalaceae* in die Tribus *Osyrideae* und *Thesieae* ist nicht aufrechtzuerhalten, da innerhalb der Gattung *Thesium* gemischte Merkmalskombinationen reichlich vorkommen.

Summary

A morphological study of the genus *Osyridicarpos* shows that there are only two taxa that can be maintained: *O. Schimperianus*, the type-species of the genus, and *O. linearifolius*, that proved to be identical with *Thesium triflorum* however.

The genus *Osyridicarpos*, now considered as monotypic, is closely allied to *Thesium*, but should provisionally be maintained, until we get more complete information of the progressions of characters within *Thesium*.

The division of a part of *Santalaceae* into *Thesieae* and *Osyrideae*, as introduced by Bentham and accepted by Pilger, cannot be maintained: the genus *Thesium* offers many kinds of combinations of characters that had been considered as diagnostic for the tribes.

Literatur

Bentham, G. (1880): *Santalaceae*. In Bentham et Hooker, Genera plantarum, *3*, p. 217—231.

Brenan, J. P. M. (1954): Plants collected by the Vernay Nyasaland Expedition of 1946 (continued). Mem. New York Bot. Gard., *9*, p. 1—132.

de Candolle, Alph. (1857): *Santalaceae*. In de Candolle, Prodromus, *14*, p. 619—692.

Cufodontis, G. (1953): Enumeratio plantarum Aethiopiae. Spermatophyta I. Bull. Jard. Bot. Bruxelles, *33*, Suppl.

A. (1894): Diagnosen neuer Arten verschiedener Familien. Beiträge zur Flora von frika VIII a. Beibl. Bot. Jahrb., *19*, S. 27—53.
1900): Die von W. GOETZE und Dr. STUHLMANN im Ulugurugebirge, sowie die von V. GOETZE in der Kisaki- und Khutu-Steppe und in Uhehe gesammelten Pflanzen. Bot. ahrb., *28*, S. 332—510.
1901): Die von W. GOETZE am Rukwa-See und Nyassa-See sowie in den zwischen eiden Seen gelegenen Gebirgsländern, insbesondere dem Kinga-Gebirge, gesammelen Pflanzen, nebst einigen Nachträgen zu Bericht III. Bot. Jahrb., *30*, S. 239—445.
T. C. E. (1923): Beiträge zur Kenntnis der Flora des Kenia, Mt. Aberdare und Mt. Elgon II. Notizbl. Bot. Garten Berlin, *8*, S. 547—573.
, W. H. (1863): Thesaurus capensis, *2*. Dublin.
1868): The genera of South African plants. Editio II. Cape Town.
YMUS, G. (1889): *Santalaceae*. Nat. Pfl. Fam., *3; 1*, S. 202—227.
D. (1883): *Osyridocarpos Schimperianus* A. DC. In HOOKER, Icones plantarium, *15*, p. 35, l. 1443.
A. (1932): Flora von Deutsch-Ostafrika. Beihefte FEDDE Repert., *40; 2*.
R. (1935): *Santalaceae*. Nat. Pfl. Fam., Editio II, *16 b*, S. 52—91.

damerikanische Santalaceae I: Acanthosyris, Cervantesia und Jodina

(*Santalales*-Studien VII)

ründet auf dem von EGGERS unter Nr. 15649 gesammelten Beleg, beschrieb 1906 *Cervantesia glabrata*. 1960 bot sich Gelegenheit, diesen Beleg in u studieren, dabei ergaben sich einige morphologische Befunde, die in s Diagnose nicht oder ungenau erwähnt sind:

er der Zweige zeigt einen deutlichen axillären Sprossdorn.

Infloreszenzen sind unverzweigt traubig mit Terminalblüte, seitlich entngen aus den obersten Brakteen Einzelblüten, dann folgen Triaden. Die

lombiana gehöre, dessen Früchte jedoch nicht mit denen von andern *Cervantesia*-Arten übereinstimmten.

1950 versetzt CUATRECASAS *Cervantesia colombiana* zu *Acanthosyris*, und zwar in erster Linie auf Grund der Früchte des Beleges DUGAND 858, der mit den übrigen zusammenfalle: "the characters of the flowers, too, agree with this genus."

Das Belegmaterial zu dieser Art hat mir leihweise vorgelegen. Es besteht kein Zweifel, dass DUGAND 858 mit den übrigen Belegen zur selben Art gehört. Es zeigen sich auch sofort deutliche Ähnlichkeiten zwischen *Cervantesia glabrata* STAPF und *Acanthosyris colombiana* (SMITH) CUATRECASAS. Habitus der Zweige, Art der Dornbildung, Grösse und Bau der Blüten stimmen überein. Die Infloreszenzen sind ähnlich, doch finden sich bei *A. colombiana* nur Einzelblüten in den Achseln der Brakteen, keine Triaden. Die Stellung der Infloreszenzen ist dieselbe, ausser dass bei *A. colombiana* zuweilen die Kurztriebe auch terminal eine Infloreszenz tragen. Die auffälligste Differenz besteht in der Blattform: Während *C. glabrata* elliptische Blätter zeigt, die bis 9,8 cm lang und bis 5 cm breit sind, finden sich bei *A. colombiana* elliptisch-oblonge bis schmal eiförmig-oblonge Blätter, die indes bei den verschiedenen Aufsammlungen stark variieren: grösstes Blatt jeweils 7,8 bis 20 cm lang und 2,6 bis 4,2 cm breit. Es handelt sich hier zum Teil um sterile, junge Zweige, die entsprechend grosse und anders gestaltete Blätter erzeugen. Eine anatomische Untersuchung hat ergeben, dass die Blätter der beiden Taxa im Feinbau in allen charakteristischen Belangen übereinstimmen, unter anderem im Vorkommen von unregelmässig gelagerten, nach dem Rubiaceentypus gebauten Spaltöffnungen nur auf der Blattunterseite, im durch Stützgewebe verstärkten, unterseits vortretenden Mittelnerv und im Bau der Epidermis.

Unter Berücksichtigung der innerhalb der wenigen Belege von *A. colombiana* schon zutage tretenden Variabilität der Blattform zögere ich daher nicht, die beiden Taxa zu vereinigen, wobei *C. glabrata* nomenklatorisch die Priorität besitzt.

Nächste Aufgabe war die Überprüfung der Gattungszugehörigkeit von *C. glabrata*. Da offenbar die Abgrenzung von *Cervantesia* und *Acanthosyris* ± unklar war, entschloss ich mich zu einem Merkmalsvergleich in beiden Gattungen und zog auch noch die eng an *Cervantesia* anschliessende Gattung *Jodina* dazu herbei. Die Resultate sind für die Differentialmerkmale in Tabelle 7 zusammengestellt und werden auch durch die Abbildungen erläutert.

In vielen Charakteren stimmen die drei Gattungen überein; sie besitzen alle eine lange, hin und her gewundene Plazenta mit zwei bis drei Samenanlagen, einen gut entwickelten Diskus mit grossen Lappen, wohl ausgebildete Poststaminalhaare und jedes Staubblatt springt mit einem Längsriss pro Theke auf. Auch in der Holzanatomie zeigt sich die enge Verwandtschaft der drei Genera (Angaben über *Jodina* und *Acanthosyris* bei RECORD 1938 und SWAMY 1949, *Cervantesia* nach eigenen Untersuchungen), ebenso im Bau des Pollens (*Cervantesia* bei SWAMY 1949 abgebildet, *Acanthosyris* und *Jodina* nach eigenen Untersuchungen).

Tabelle 7 Differentialmerkmale von *Jodina*, *Cervantesia* und *Acanthosyris*

	Jodina	*Cervantesia*	*Acanthosyris*
eigung, g und r szenzen	keine axillären Sprossdornen	keine axillären Sprossdornen	axilläre Sprossdornen bei allen Arten zuweilen (nicht immer) vorhanden
	Infloreszenzen axillär, auf der ganzen Länge der Langtriebe	Infloreszenzen terminal an ± ausgebildeten Seitenachsen	Infloreszenzen in der Regel axillär am Grunde von Kurz- und Langtrieben, selten auch terminal an Kurztrieben
	Infloreszenzen stark kondensiert, armrispig, sitzend(selten gestielt)	Infloreszenzen ± verlängert, rispig, gestielt	Infloreszenzen ± kondensiert, traubig, deutlich gestielt
- und bau	Blüte völlig sitzend, Fruchtknoten ± unterständig (in Frucht ebenso) Tepalenbasen an der Frucht sich trennend und Tepalen einzeln abfallend, als Klappen, die sich auch von unten her lösen	Blüte völlig sitzend, Fruchtknoten ± oberständig (in Frucht halboberständig) Tepalenbasen an der Frucht sich trennend und Tepalen einzeln abfallend, als Klappen, die sich auch von unten her lösen	Blüte kurz gestielt, Fruchtknoten ± halboberständig (in Frucht unterständig) Tepalen an der Basis verwachsen bleibend, in Frucht nur die freien Spitzen ± abgebrochen
ung	Infloreszenzen, Blüten und Früchte behaart	Infloreszenzen und Blüten dicht behaart, Frucht kahl (verkahlend)	Blüten und Infloreszenzen leicht behaart, Früchte kahl
	ganz junge Blätter am Rande ± behaart, früh völlig verkahlend,	Blätter jung beidseitig, im Alter nur unterseits dicht behaart,	Blätter und Achsen in der Jugend leicht behaart, später kahl

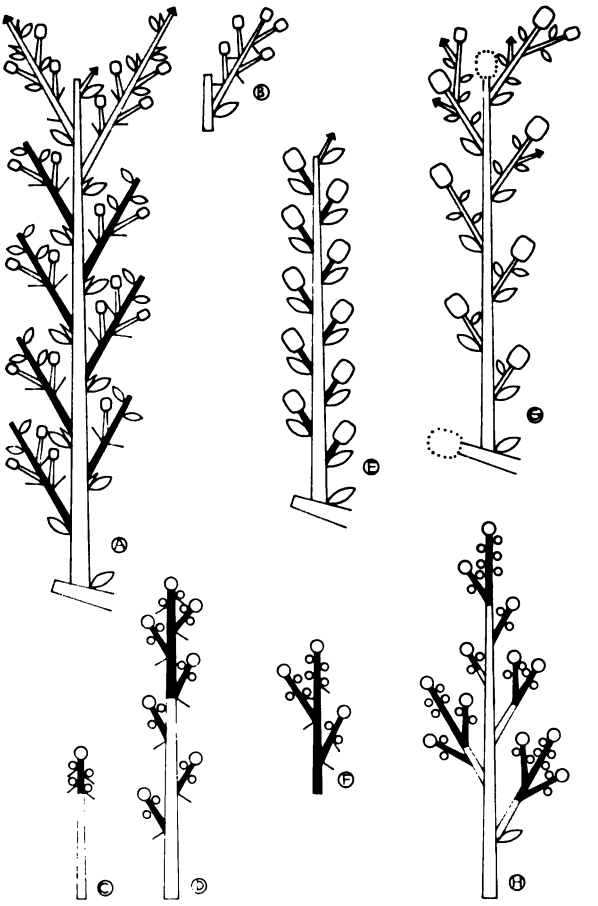


Abb. 6 *Acanthosyris, Jodina, Cervantesia:* Verzweigung und Infloreszenzen (gestauchte Achsenteile schwarz)

Acanthosyris:

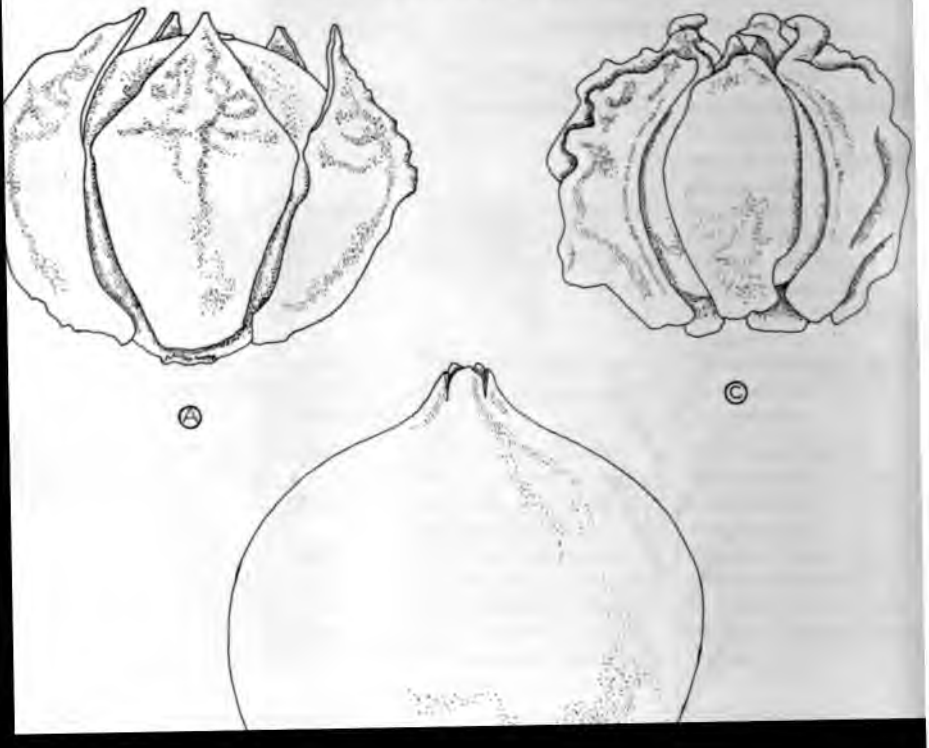
A Verzweigungsschema (nach LORENTZ 502)
B Modifikation des Schemas (nach DUGAND 991)
C, D Infloreszenzen (C: nach LORENTZ 502, D: nach EGGERS 15649)

Jodina:

E Verzweigungsschema
F Infloreszenz (E, F: nach HERTER 91363)

Cervantesia:

G Verzweigungsschema
H Infloreszenz (G, H: nach CAVANILLES 77)


A
C

Zum Schluss seien noch einige Bemerkungen zur Taxonomie der drei Gattungen angefügt: *Jodina* HOOKER et ARONTT ist eine monotypische Gattung mit der Art *J. rhombifolia* HOOKER et ARNOTT.

Von *Cervantesia* sind ausser den oben bereits besprochenen Taxa noch beschrieben worden:

Cervantesia tomentosa RUIZ et PAVON 1794
Cervantesia bicolor CAVANILLES 1799
Cervantesia Kunthiana BAILLON 1861/62
Cervantesia macrocarpa CUATRECASAS 1950

Ich habe von allen Arten Typusmaterial gesehen, ausserdem noch einige weitere Belege. Das Material dieser Gattung in europäischen Herbarien ist jedoch spärlich. Auf Grund der bisherigen Untersuchungen halte ich die Gattung ebenfalls für monotypisch. Gewisse Unterschiede sind zwischen den verschiedenen Aufsammlungen nicht zu verkennen, sie betreffen Blattform und -grösse, Art und Dichte der Behaarung der Blattunterseite sowie Fruchtgrösse. Diese Unterschiede scheinen mir innerhalb des Variabilitätsbereiches einer Art zu liegen. Eine abschliessende Beurteilung kann jedoch erst erfolgen, wenn ich mehr und reichlichere Belege gesehen habe.

Für die Gattung *Acanthosyris* anerkennt DAWSON 1944 noch *A. spinescens* (MARTIUS et EICHLER) GRISEBACH (zu dem *A. platensis* SPEGAZZINI als Synonym gerechnet werden muss) und *A. falcata* GRISEBACH aus Argentinien und den umliegenden Gebieten. Die beiden Arten stehen sich zweifellos nahe. Zu ihnen kommt nun als dritte Art *A. glabrata* von Kolumbien und Ekuador.

Zusammenfassung

Cervantesia glabrata STAPF 1906 (EGGERS Nr. 15649) wird auf Grund einer eingehenden morphologischen Untersuchung zu der Gattung *Acanthosyris* versetzt:

Acanthosyris glabrata (STAPF) H. U. STAUFFER comb. nov.

Die drei Gattungen *Jodina, Cervantesia* und *Acanthosyris* werden bezüglich der gemeinsamen und der Differentialmerkmale analysiert.

Einige Bemerkungen zur Taxonomie dieser Gattungen werden angeschlossen: *Jodina* und wahrscheinlich auch *Cervantesia* sind monotypisch. Für *Acanthosyris* lassen sich drei Arten anerkennen.

Summary

Cervantesia glabrata STAPF 1906 (EGGERS No. 15649) is transferred to *Acanthosyris:*

Acanthosyris glabrata (STAPF) H. U. STAUFFER comb. nov.

This transfer is based on a new morphological investigation of the type specimen at Kew.

The genera *Jodina, Cervantesia* and *Acanthosyris* are analysed in their common and in their differentiating features.

few taxonomic remarks concerning the mentioned genera are given: *Jodina* probably also *Cervantesia* are monotypic. *Acanthosyris* is now known to ess three species.

Literatur

ON, H. (1861/62): Mémoire sur les Loranthacées. Adansonia, *2*, p. 330—381.
NILLES, A. J. (1799): Icones et descriptiones plantarum ... *5*.
RECASAS, J. (1950): Studies in South American plants II. Fieldiana, *27*, p. 55—113.
ON, G. (1944): Las Santaláceas Argentinas. Revista del Museo de la Plata N. S., *6*, p. 5—80.
D, S. J. (1938): The American woods of the orders *Celastrales, Olacales* and *Santalales*. Trop. Woods, *53*, p. 11—38.
H. et J. PAVON (1794): Florae peruvianae et chilensis prodromus.
, A. C. (1937): A Colombian species of *Cervantesia* R. et P. Trop. Woods, *51*, p. 12—14.
, O. (1906): Decades Kewenses XL et XLI. Kew Bull.., p. 71—78.
Y, B. G. L. (1949): The comparative morphology of the *Santalaceae*: node, secondary xylem, and pollen. Amer. Journ. Bot., *36*, p. 661—673.

Zur Morphologie und Taxonomie der Olacaceae – Tribus Couleae

(*Santalales*-Studien VIII)

seiner Zusammenstellung der *Olacaceae* führt SLEUMER 1935 unter der

Es schien mir von Interesse, die Originale von *Eganthus* im Herbarium Paris zu überprüfen. Die Nachuntersuchung hat ergeben, dass keine Spikularzellen im Blatt gefunden werden konnten, dass die Staubblattzahl wechselt, da vor den Petalen zwar meistens zwei, aber zuweilen auch nur ein Staubblatt stehen können und dass meist drei, seltener auch vier Karpelle am Aufbau des Fruchtknotens beteiligt sind.

Um diese Befunde mit den Verhältnissen bei *Minquartia* vergleichen zu können, war vorerst eine kritische morphologische und taxonomische Prüfung dieser Gattung notwendig. Es sind davon folgende Arten beschrieben worden:

Minquartia guianensis Aublet 1775, typische Art der Gattung
Minquartia macrophylla Ducke 1935
Minquartia parvifolia A. C. Smith 1936
Minquartia punctata (Radlkofer) Sleumer 1936 (= *Endusa punctata* Radlkofer 1886)

Ich habe von allen Arten Typusmaterial gesehen ausser von *M. guianensis*, wo mir kein Material von Aublet vorlag. Doch kann auf Grund der Tafel und Beschreibung dieses Autors (unter Ausschluss der Frucht) über dieses Taxon kein Zweifel bestehen und es gehören dazu zahlreiche gute neuere Aufsammlungen der Herbarien.

Als Artunterschiede werden nur solche der vegetativen Teile, besonders der Grösse und Wuchsform, der Blattgrösse und Zahl der Seitennerven von den Autoren genannt. Eine Zusammenstellung dieser Merkmale aus allen mir zugänglichen Belegen hat ergeben, dass keine getrennten Arten vorliegen, sondern dass bezüglich dieser Verhältnisse eine starke Variabilität herrscht, was einige Beispiele in Tabelle 8 erläutern sollen.

Tabelle 8 Merkmalsvergleich für verschiedene *Minquartia*-Belege

	Blatt lang cm	Blatt breit cm	Zahl Seitennerven jederseits
Krukoff 6914 (Typus *M. parviflora*)	5,6—11,5	2,2— 4,5	(6—) 9—10—11
Ducke 16349	9 —12	3,1— 4,3	10—11—12
Froes 1773	5 —14	2,7— 5,8	9—11
Sagot s. n. (1858)	(5—)14 —23	(2—)4,1— 7,7	(5—) 7—11—13
Bureau agr. et forest. Guyan. 6 M	9,3—18,5	3,7— 6,0	6—12—14
Bureau agr. et forest. Guyan. 7582	16 —24	4,2— 7,7	13—14
Pavon s. n. (Typus *Endusa punctata*)	16 —23	5,5— 8,5	14
Ducke 23569 (Typus *M. macrophylla*)	14 —28	5,5—11	14—17
Krukoff 1690	15 —24	5,0— 7,6	11—14—16
Krukoff 5159	13 —30	4,4—10	12—18—20

Auch bezüglich der Wuchsform sind die Verhältnisse sehr wechselnd, kleinblättrige Bäume («parvifolia» und «guianensis») werden 13,5 bis 27 m hoch angegeben, grossblättrige («punctata» und «macrophylla») 15 bis 20 m hoch. Die Stämme können bei grossem und kleinem Blattyp durchlöchert sein oder nicht.

zliche Evidenz für die Identität aller dieser Arten liefern holzanatomische ollenmorphologische Befunde von REED 1955, sowie die völlige Übereinung der reproduktiven Organe (Infloreszenzen, Blüten und Früchte).
quartia muss daher als monotypische Gattung mit der einzigen Art *anensis* angesehen werden.
gleichen wir nunmehr die Merkmale, in denen *Eganthus* nach VAN EM abweichen soll:

k u l a r z e l l e n : Bei *M. guianensis* sehr unregelmässig und zerstreut, n gross-, bald in kleinblättrigen Belegen vorhanden, nachgewiesen zum el bei KRUKOFF 5159, MELINON s. n., nicht gefunden zum Beispiel bei OFF 6914, PAVON s. n. (hier jedoch von RADLKOFER festgestellt), DUCKE 8510, ST 1044. Es handelt sich um ein unsicheres und unzuverlässiges Merkmal, n sehr reichliches Blattmaterial untersuchen müsste, um mit einiger heit behaupten zu können, dass Spikularzellen nicht doch noch vorden.[3]

u b b l a t t z a h l : Vor einem Petalum stehen bald ein, bald zwei Staub-; das wechselt innerhalb einer Blüte, so dass Zahlen von minimal A = bis A = 3 × P vorkommen. Es besteht daher kein Anlass, *Eganthus* nicht chliessen.

r p e l l z a h l : Diese variiert bei den verschiedenen Belegen zwischen nd fünf, wobei vier Karpelle am häufigsten erscheinen. Auch aus diesem le kann *Eganthus* nicht ausgeschlossen werden.
Eganthus ausserdem im Blatt, in den Infloreszenzen und Blüten völlig gebaut ist wie *Minquartia*, muss *Eganthus Poepigii* VAN TIEGHEM als sch mit *Minquartia guianensis* AUBLET angesehen werden.
Couleae umfassen demnach drei Gattungen:
Coula, monotypisch, Afrika

Aufsammlungen. Der episepale Kreis ist dabei stets unverändert, während die vor den Petalen stehenden Staubblätter sich wechselnd verhalten:

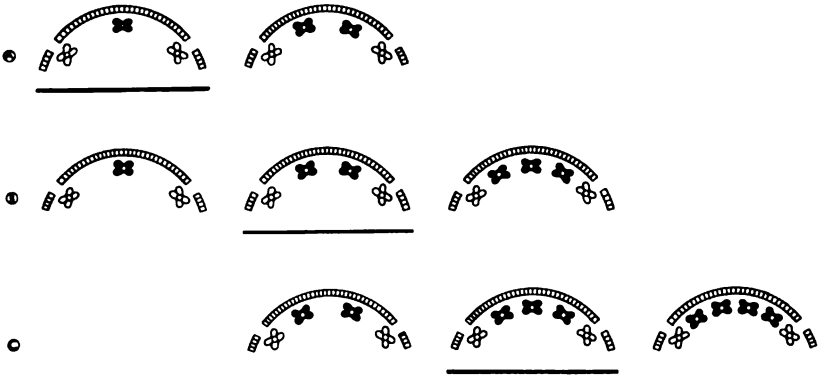


Abb. 8 *Couleae:* Variation der epipetalen Staubblätter

Reihe A: *Minquartia* Reihe B: *Ochanostachys* Reihe C: *Coula*
Der jeweils häufigste Fall ist unterstrichen

Der häufige Wechsel der Staubblattzahl sei noch durch eine kleine Statistik von *Ochanostachys* (RAHMAT SI BOEEA 9867) über elf Blüten mit je vier Petalen illustriert:

A 12	A 13	A 14	A15	A 16
1	4	4	1	1

Dass es sich hier nicht um Ausfall von Kreisen handeln kann, wie VALETON, VAN TIEGHEM und SLEUMER annahmen, dürfte genügend aufgezeigt sein. Es liegt der typische Fall von Spaltung vor, wie das BAILLON schon 1886 auf Grund seiner Beobachtungen an POEPPIG 2880 gedeutet hat. Es ist auffallend, dass alle Staubblätter immer streng in einem Kreise stehen und sich auch für die beiden fundamentalen Zyklen keinerlei Positionsunterschied nachweisen lässt.

Über die Petalenzahlen und Karpellzahlen und ihre Variationen soll ebenfalls eine Übersicht gegeben werden. Die Sepalen sind mit den Petalen immer isomer gefunden worden.

	Petalenzahl	Karpellzahl
Minquartia	4—5—6—7	3—4—5
Ochanostachys	3—4—5	2—3—4
Coula	4—5—6	3—4

In den seltenen Fällen, wo Isomerie der Fruchtblätter herrscht, alternieren diese stets mit den Petalen. Das Verhalten entspricht dem in normalen diplostemonen Blüten.

Infloreszenzen: Die Infloreszenzen von *Coula* werden in der Literatur als rispig beschrieben, diejenigen von *Minquartia* und *Ochanostachys* als ährigtraubig. Die Nachuntersuchung hat ergeben, dass alle drei Gattungen Infloreszenzen vom gleichen Typus besitzen. Bei allen kommen «einfache» und

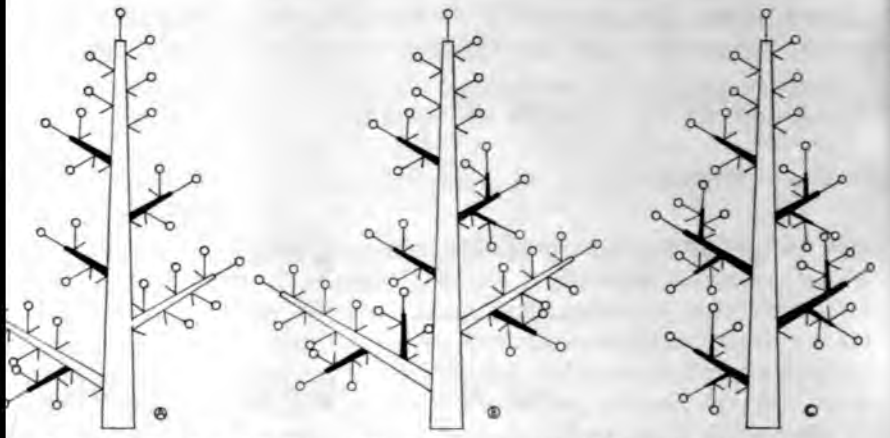


Abb. 9 *Couleae:* Infloreszenzschemata (gestauchte Achsenteile schwarz)

oula-Typus C *Minquartia*- und *Ochanostachys*-Typus
bergangstypus (selten bei *Minquartia*
nd *Ochanostachys* vorkommend)

eigte Blütenstände vor, doch sind bei *Coula* die verzweigten häufiger, bei
ostachys und *Minquartia* die «einfachen». Auf eine Endblüte folgen an
Hauptachse in Zweifünftel-Stellung zuerst einzelne Seitenblüten, dann
en, oft auch noch Pentaden oder noch reichere zymöse Knäuel. Bei *Coula*

Die engen Beziehungen der drei Gattungen manifestieren sich in allen Teilen der morphologischen und anatomischen Analyse; sie wurden im wesentlichen bereits von VAN TIEGHEM geschildert und sind neuerdings auch durch Feststellung eines übereinstimmenden Pollenbaus (REED 1955) noch ergänzt worden.

Auch die vorstehenden Untersuchungen haben diese Beziehungen deutlich und zum Teil in neuen Merkmalsbereichen aufgezeigt. Die Früchte, die im Grundbau ebenfalls übereinstimmen, zeigen in ihrer Grössenausbildung und in den Proportionen verhältnismässig deutliche Unterschiede, auf die eine letzte Abbildung hinweisen soll.

Zusammenfassung

Die Tribus *Couleae* besteht nur aus den drei monotypischen Gattungen *Minquartia, Ochanostachys* und *Coula. Eganthus Poepigii* VAN TIEGHEM und *Endusa punctata* RADLKOFER sind mit *Minquartia guianensis* AUBLET identisch, ebenso die übrigen für *Minquartia* aufgestellten Arten.

Die drei Gattungen der *Couleae* sind eng verwandt. Die Blätter stimmen bezüglich Anatomie überein, insbesondere durch das regelmässige Vorkommen von Milchsaftschläuchen und Sekretlücken, sowie durch das sporadische Auftreten von Spikularzellen. Die Behaarung der jungen Teile (Achsen und Blätter) und der Infloreszenzen ist übereinstimmend. Die Infloreszenzen lassen sich von einem Grundtyp aus ableiten.

Es sind zwei Staubblattkreise vorhanden, der episepale ist stets unverändert, der epipetale kann ein- bis mehrfach dedoublieren, und zwar ist dieses Verhalten innerhalb einer Blüte (mit einem Variationsschritt), innerhalb der Blüten eines Belegs (mit einem Variationsschritt), innerhalb verschiedener Aufsammlungen einer Art (mit ein bis zwei Variationsschritten) und innerhalb der Tribus (mit drei Variationsschritten) zu beobachten. Sepalen- und Petalenzahl sowie Fruchtblattzahl variieren. Bei Isomerie alternieren die Fruchtblätter mit den Petalen. Die drei Gattungen lassen sich unterscheiden durch Verschiedenheiten in den Zahlenverhältnissen, in der Verwachsung der Petalen, in der Dichte der Behaarung der vegetativen Teile und der Blüten und in der Form und Grösse der Blätter und Früchte.

Summary

The tribe *Couleae* includes only the three monotypic genera *Minquartia, Ochanostachys* and *Coula. Eganthus Poepigii* VAN TIEGHEM, *Endusa punctata* RADLKOFER and all the species described in the genus *Minquartia* are identical with *Minquartia guianensis* AUBLET.

The three genera are closely allied. This is proved by anatomical and morphological characters.

The structure of the inflorescences and the number and position of the stamina are discussed.

Literatur

AUBLET, F (1775): Histoire des plantes de la Guiane françoise, *2* et *4*. London/Paris.

BAILLON, H. (1862/63): Deuxième mémoire sur les Loranthacées. Adansonia, *3*, p. 50—128.

— (1886): La place du *Minquartia* d'Aublet. Bull. mens. Soc. Linn. Paris, p. 585/86.

BENTHAM, G. (1862): *Olacineae*. In BENTHAM et HOOKER, Genera plantarum, *1*, p. 342—355.

DUCKE, A. (1935): Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazonienne VIII. Arch. Inst. Biol. Vég., *2*, p. 27—73.

MASTERS, M. T. (1875): *Olacineae*. In HOOKER, Flora of British India, *1*, p. 572—598.

METCALFE, C. R. et L. CHALK (1950): Anatomy of the Dicotyledons, *1*. Oxford.

RADLKOFER, L. (1886): Neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktierten Blättern und systematische Übersicht solcher. Sitzungsber. math.-phys. Classe Akad. Wissensch. München, *16*, S. 299—344.

REED, F. C. (1955): The comparative morphology of the *Olacaceae*, *Opiliaceae* and *Octoknemaceae*. Mem. Soc. Broteriana, *10*, p. 29—79.

SLEUMER, H. (1935): *Olacaceae*. Nat. Pfl. Fam. Editio II, *16b*, S. 5—32.

— (1936): Vermischte Diagnosen III. FEDDE Rep., *39*, S. 274—282.

SMITH, A. C. (1936): Plantae Krukovianae V. Brittonia, *2*, p. 145—164.

SOLEREDER, H. (1899): Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart.

— (1908): Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Ergänzungsband. Stuttgart.

VAN TIEGHEM, P. (1895): Sur quelques plantes rapportées du Congo par M. H. LECOMTE. 2. Sur le *Coula edulis* Baillon. Bull Mus. Hist. Nat., *1*, p. 166—168.

— (1896): Sur les phanérogames à ovule sans nucelle, formant le groupe des Innucellées ou Santalinées. Bull. Soc. Bot. France, *43*, p. 543—577.

— (1897): Sur les phanérogames sans graines, formant la division des Inséminées. Bull. Soc. Bot. France, *44*, p. 99—139.

— (1899a): Deux genres nouveaux pour la famille des Coulacées. Bull. Mus. Hist. Nat., *5*, p. 97—100.

— (1899b): Sur les Coulacées. Journal de Botanique, *13*, p. 69—79.

— (1899c): Sur les Coulacées. Annales Sci. Nat. Botanique, Série VIII, *10*, p. 125—136.

VALETON, T. (1886): Critisch overzicht der *Olacineae* B. et H. Groningen.

Über zwei afrikanische Zwergpuffottern, *Bitis hindii* (Boulenger, 1910) und *Bitis superciliaris* (Peters, 1854)

Von

EUGEN KRAMER, Kollbrunn

Anlässlich einer Revision von *Vipera ursinii* untersuchte ich fast sämtliche Arten und Rassen der Gattung *Vipera* an lebendem und totem Material. Von den beiden in der Literatur unter den Namen *Vipera hindii* und *Vipera superciliaris* bekannten Arten als einzigen afrikanischen echten Vipern südlich des Äquators lagen mir allerdings nur Spiritusexemplare vor. Nun bot sich endlich Gelegenheit, die eine der beiden lebend zu beobachten: Herr Zinniker, Zofingen, welcher in ständigen Importen aus aller Welt eine grosse Zahl seltener Reptilien an Liebhaberkreise vermittelt, erhielt vor einiger Zeit eine Sendung aus Kenia mit *hindii*. Auch die Beobachtungen am lebenden Tier bestätigten mir, was ich bereits bei den toten Exemplaren festgestellt hatte: Es handelt sich um Schlangen, welche der afrikanischen *Bitis*-Gruppe, speziell den Arten *atropos, worthingtoni* und *cornuta* näher stehen als irgendeinem Vertreter von *Vipera*. Ich möchte in den folgenden Punkten meine Ansicht begründen, in erster Linie *hindii* diskutieren und nur nebenbei auf den analogen Fall bei *superciliaris* hinweisen. Ich hoffe sehr, in der nächsten Zeit auch *superciliaris* lebend zu erhalten, um speziell die Fortbewegung (vermutlich auch kein Seitenwinder) sowie gewisse Drohreaktionen studieren zu können.

1. Die Morphologie der Kopfdrüsen innerhalb der *Bitis*-Gruppe zeigt kein einheitliches Bild. *B. gabonica* besitzt unter anderem die Eigenheit, dass der kraniale Teil des superficialis (1a) von der Giftdrüse zum Quadratum verläuft (vgl. HAAS 1952, S. 588). Ebenso ist die Ausbildung des Ligaments vom Quadratum zur Giftdrüse uneinheitlich, einzig die Existenz eines angulae oris konnte ich bei allen Vertretern (inklusive *hindii* und *superciliaris*) nachweisen.

   Das Postfrontale, ein bei *arietans, gabonica* und *nasicornis* mächtig ausgebildeter Knochen, zeigt bei *atropos, superciliaris* und *hindii* etwa dieselben Proportionen.
2. Die geographische Isolierung vom Hauptstamm der Gattung *Vipera* ist natürlich kein Grund, *hindii* oder *superciliaris* nicht hier einzureihen; so gehört beispielsweise auch *Lacerta jacksoni* aus Kenia einem paläarktischen Genus an. Sucht man – nach der Hypothese von MATTHEW, dass die primitiv-

en Vertreter einer Gruppe an der Peripherie ihres Ausbreitungsgebietes
u suchen sind – gewisse höher entwickelte Arten aus dem Bauplan von
ndii zu erklären, so will dies nicht gelingen: auch wenn man annimmt, dass
e Abspaltung sich relativ früh vollzogen hat, bestehen zu keiner eigent-
chen Viper engere Beziehungen, wohl aber zu den Puffottern.
eine echte *Vipera* besitzt die dorsale Musterung von *hindii* oder *super-*
liaris, hingegen sind bei *atropos* und *worthingtoni* ähnliche Ausbildungen
orhanden.
nbrikate, gekielte Schuppen der Kopfoberseite finden wir auch bei den
estasiatischen Grossvipern *lebetina* und *russellii*, die auch in bezug auf die
nzahl der dorsalen Schuppenreihen ähnliche Werte aufweisen. Immerhin
esteht eine grössere Ähnlichkeit von *hindii* auch diesbezüglich mit *atropos*
s mit einer der genannten Vipern. Diese Ähnlichkeit betrifft auch die
entralzahlen. Hier besitzen bloss die Vertreter der Pelias-Gruppe vergleich-
are Werte, die aber durch die grossen Kopfschilder eine direkte Beziehung
um Colubridentypus verraten, die bei *superciliaris* und *hindii* fehlt.
ie ökologischen Divergenzen (Wüsten- und Regenwaldformen) und die
erschiedenheit im Skelett- und Muskelbau sowie im Grundplan des Zeich-
ungsmusters (Ähnlichkeit von *Bitis arietans* mit *Causus*) weisen darauf hin,
ass innerhalb der Gattung *Bitis* mehrere parallele Evolutionslinien vor-
anden sind, wobei die Unterschiede von *hindii* und *superciliaris* gegenüber
ropos, worthingtoni und *cornuta* kleiner sind als diejenigen der übrigen

dorsalen Rumpfschuppen ist nur die äusserste Reihe glatt. Der Hemipenis ist zweilappig. Er reicht zum 9. Subkaudale, teilt sich beim 3., ist an der Basis gefurcht, im Mittelstück mit zottigen Dornen besetzt, welche an der Spitze in ein schwammiges Gewebe übergehen. Farbe und Zeichnung beschreibt BOULENGER (1910, S. 513) folgendermassen: Oberseite braun; zwei alternierende, gelbgeränderte, dunkle, ozellenartige Fleckenreihen über den Rücken und kleinere, dunkle Flecken auf den Seiten. Eine weissgelbe, schwarzgesäumte Binde auf dem Oberkiefer und eine gleichgefärbte auf dem Unterkiefer längs der Kehlnaht.

Die Rückenbinde in Form von dreieckigen, die Breitseite nach aussen gekehrten, hell geränderten Flecken, die lateral an eine hellere, oft unterbrochene Längsbinde stossen, ist in der einen oder anderen Ausprägung für *worthingtoni*, *atropos* und *superciliaris* charakteristisch. Über die Lebensweise von *hindii* ist wenig bekannt; zum Biotop erfahren wir vom Erstbeschreiber: Buschbestandenes Grasland auf 1300 bis 3100 Meter Höhe. Wie die von MEINERTZHAGEN gesammelten Stücke zeigen, kommt das Tier sogar auf 3800 Meter vor und gehört so zur eigentlichen Gebirgsfauna. Zum locus typicus schreibt LOVERIDGE (1957, S. 301): «One wonders whether the type actually came from Fort Hall, or was

Abb. 1 *Bitis hindii* (Boulenger), trächtiges ♀. Datum der Aufnahme: 15. August 1961. Natürliche Grösse.

ly sent by Dr. L. S. HINDE when stationed there.» Aus dieser Angabe ist ens auch die Etymologie des Artnamens ersichtlich.
e Verbreitung ist auf Kenia beschränkt: Mt. Kinangop und Aberdare ntains.
s Nahrung werden im Terrarium kleine Mäuse und Frösche angenommen.
scheint angebracht, die ganze *Bitis*-Gruppe in Form eines Schlüssels zu kterisieren. Dabei habe ich nur die Arten, aber nicht die geographischen en berücksichtigt. Problematisch ist meines Erachtens die Stellung von *inornata*: Die Unterschiede gegenüber *Bitis cornuta albanica* und gegen- *Bitis atropos* schienen mir nicht sicher fundiert. Leider fehlen mir von *ata* Belegexemplare. Als Abgrenzung von *inornata* gegenüber *caudalis* sich übrigens die äusserste Schuppenreihe nicht verwenden: ich habe in er Sammlung Exemplare von *caudalis*, deren äusserste Schuppenreihe iche Kiele aufweist. Von dem in BOULENGER (1905, S. 114) als *peringueyi* riebenen Exemplar, das MERTENS (1958, S. 145) zu *heraldica* einreiht, ist RNACK (1953, S. 556) das Rückenmuster abgebildet, woraus die Bestätigung on MERTENS geäusserten Vermutung sofort ersichtlich ist.

Bestimmungsschlüssel für die Gattung *Bitis* GRAY.

Rostrale höher als breit, zweigeteilt

1. Nasenlöcher nach oben gerichtet . . . . . *Bitis arietans*
2. Nasenlöcher nicht nach oben gerichtet 8
1. Rückenzeichnung aus halbkreisförmigen, die Rundung nach der Rückenmitte gerichteten Flecken bestehend, von den seitlichen Flecken durch eine helle Zone unterbrochen . . . . . *Bitis atropos*
2. Rückenzeichnung anders geartet 9
1. Supraorbitalgegend flach oder nur wenig erhöht, ohne hornartige Anhängsel, Kopf breit lanzettförmig zugespitzt . . . . . *Bitis heraldica*
2. Supraorbitalgegend erhöht, oft mit hornartigen Anhängseln, Kopf vorn breit rundlich abgestutzt 10
1. Schwanzunterseite bei den ♀♀ undeutlich schuppenartig, gelegentlich gekielt 11
2. Schwanzunterseite bei beiden Geschlechtern gut ausgebildet . . *Bitis inornata*
1. Seitenwinder, Supraorbitalgegend meist mit hornartigen Schuppen besetzt . . . . . *Bitis caudalis*
2. Kein Seitenwinder, Supraorbitalgegend meist mit einem Büschel hornartiger Schuppen besetzt . . . . . *Bitis cornuta*

Zusammenfassung

Die beiden südostafrikanischen Viperiden, *Bitis hindii* (Boulenger) und *is superciliaris* (Peters) werden auf Grund ihrer morphologischen Eigenaften vom paläarktischen Genus *Vipera* in die afrikanische Gattung *Bitis* setzt. Die verschiedenen Arten der *Bitis*-Gruppe werden in Form eines Benmungsschlüssels gegeneinander abgegrenzt.

Literatur

JLENGER, G. A. (1910): Description of four new African Snakes in the British Museum. Ann. Mag. Nat. Hist., *5* (8), p. 512/513.

AS, G. (1952): The Head Muscles of the Genus *Causus* (Ophidia, Solenoglypha) and some Remarks on the Origin of the Solenoglypha. Proc. Zool. Soc. London, *122* (3), p. 573—592.

ARNACK, M. (1953): Die Hautzeichnung der Schlangen. Z. Morph. Ökol. Tiere, *41*, S. 513 bis 573.

ERIDGE, A. (1957): Check List of the Reptiles and Amphibians of East Africa (Uganda, Kenya, Tanganyika, Zanzibar). Bull. Mus. Comp. Zool., *117* (2), p. 153—362, I—XXXVI.

STENS, R. (1958): *Bitis heraldica*, eine oft verkannte Otter aus Angola. Senck. Biol., *39* (3/4), S. 145—148.

Beitrag zur Domestikation der Hummeln

Untersuchungen über die natürliche Überwinterung, agerung im Kühlschrank und die kontinuierliche Haltung ganzer Völker von *Bombus hypnorum* L. (Apidae, Hym.)

Von

ERNST HORBER

Eidgenössische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon

Inhaltsverzeichnis

inleitung 424
edeutung der Überwinterung der Hummeln 425
ie Überwinterung unter natürlichen Bedingungen im Freiland 426
Die Literatur über die Überwinterung 426
Eigene Beobachtungen an *B. hypnorum* 427
berwinterungs- und Lagerungsversuche 427

Die Hummeln sind seit Darwin (1859) als beste Rotkleebestäuber bekannt. Dank ihres langen Saugrüssels können sie ohne Schwierigkeit den Nektar am Grunde der 8 bis 10 mm langen Kronröhre erreichen. Dabei betätigen sie den Bestäubungsmechanismus, indem sie das Schiffchen herunterdrücken, wodurch die Geschlechtssäule in den Antheren die Hummeln berühren und der Pollen am Haarkleid hängen bleibt. Als beste Rotkleebestäuber werden *B. hortorum, distinguendus, lapidarius, agrorum, pratorum* und *silvarum* genannt (Brian 1951, Hawkins 1956, 1961, Rudorf 1943, Sigfrids 1947, Skovgaard 1952, Valle 1946, 1955, Wexelsen und Skaare 1940). Obschon sich verschiedene Hummelarten vorzüglich zur Rotkleebefruchtung eignen, ist ihre wirtschaftliche Bedeutung ungewiss, weil ihr Auftreten entweder zahlenmässig nicht genügt, um eine ausreichende Bestäubung zu gewährleisten, oder von Jahr zu Jahr stark schwankt.

Nach den Angaben von Maurizio und Pintèr (1961) betrug der Anteil der Hummelarten vor allem von *B. lapidarius* und *B. hortorum* in unmittelbarer Nähe eines Bienenstandes mit 25 Völkern beim ersten Kleeschnitt 10 %, beim zweiten Schnitt dagegen 43 %, das heisst im letzten Fall fast gleich viel wie derjenige der Honigbiene. Die sehr starke Beteiligung der Honigbiene am Insektenbesuch von Rotklee an diesem Standort war wohl durch die Nähe des Bienenstandes und das Fehlen gleichzeitig honigender, für die Bienen attraktiver Trachtpflanzen bedingt.

Langrüsslige Hummelarten dürften vor allem in den frühen Morgen- und späten Abendstunden, ferner bei kühler, nasser Witterung sowie in exponierten, siedlungsfernen Tallagen, insbesondere aber in der Hügel- und Gebirgsregion, der Honigbiene hinsichtlich Besuch und Bestäubung von Rotklee den Rang streitig machen.

Die Bedeutung der Hummeln für die Bestäubung anderer Nutzpflanzen ausser Rotklee ist noch wenig erforscht. Langrüsslige Arten werden für die Züchtung von Zierpflanzen, wie zum Beispiel *Antirrhinum* und *Viola*, und anderer Arten mit Blüten, wo Bienen und andere Insekten nicht als Bestäuber auftreten, nutzbar gemacht.

II. Bedeutung der Überwinterung der Hummeln

Da von den Hummeln unter unseren Verhältnissen im Freiland nur Königinnen überwintern, müssen diese im Frühjahr zuerst geeignete Nistgelegenheiten suchen, ihre Nester bauen und die Brut heranziehen. Deren Entwicklung ist stark von der Witterung, den Trachtverhältnissen und dem Auftreten von Parasiten und Räubern abhängig. Es fällt oft schwer, im Frühjahr zahlenmässig genügend Königinnen der gewünschten Arten und ausserdem diese in einem solchen Gesundheitszustande vorzufinden, dass man annehmen kann, sie seien imstande, eine genügende Anzahl neuer Völker zu gründen. Stammmütter, von denen man erwarten kann, dass sie über die Anfangsschwierig-

einer Koloniegründung – das heisst bis die ersten Arbeiterinnen schlüp- d mithelfen – durchhalten und damit den Bestand des Vorjahres wieder nen oder übertreffen, sind eher eine Seltenheit. Die Völker werden viel- rst vor dem zweiten Kleeschnitt stark genug, um die Bestäubung der nfelder in genügender Weise besorgen zu können. Vor allem in Jahren sser Witterung, die für die Vermehrung der Hummeln besonders un- g sind, kann eine Population zusammenbrechen. So berichtet SLADEN von «katastrophalen Folgen» des nassen Sommers 1910 auf *B. lapidarius*; HOLM (1960) führt das fast vollständige Verschwinden der Hummeln, ins- dere der genannten unterirdisch nistenden Art, im Frühjahr 1955 in der arschaft der Versuchsstation Albertslund (Dänemark) auf den nassen er des Jahres 1954 zurück.

aus erhellt, dass der Überwinterung einer genügend grossen Zahl von innen sowohl zum Zwecke einer Wiederbesiedlung des Gebietes als auch haltung oder Vermehrung einer Population im Felde oder im Labora- eine besondere Bedeutung zukommt. MEDLER (1958) hält es für wichtig, ritische Studien im Laboratorium die so dringend benötigten Unterlagen , damit gestützt darauf eine praktische Methode der Überwinterung kontrollierten Bedingungen entwickelt werden könnte:

s obvious that the unsolved problems of hibernation must be studied in hysiological and ecological aspects, the latter especially in regard to tem- re and humidity requirements; and the former with regard to hormone l, metabolism, respiration and differences between mated and virgin s ..."

viele Königinnen, die sich 10 bis 13 cm tief im Boden aufhielten. Nach Skovgaard (1936) versteckten sich in Dänemark viele Weibchen in den Spalten und Hohlräumen von Steinmauern. Bols (1939) zeigte, dass grosse Mengen junger Königinnen ein Winterlager fern vom mütterlichen Nest aufsuchen. In solchen Winterlagern wurden sowohl Kuckuckshummeln (*Psithyrus*) wie Königinnen der Gattung *Bombus* ganz nahe beieinander überwinternd gefunden. Jede bewohnte jedoch eine eigene Kammer im Boden. Diese war kugelförmig, von der Grösse einer Walnuss und ungefähr 10 bis 12 cm tief im Boden versteckt.

2. Eigene Beobachtungen über die Überwinterung von *B. hypnorum* im Freiland

Diese Beobachtung beruht auf einem glücklichen Zufall, indem am 1. September 1959 beim Kompostverteilen in einem Garten in der Stadt Zürich ein kleines Winterlager von Königinnen von *B. hypnorum* entdeckt wurde. Dieser Kompost bestand vorwiegend aus Laub, Föhrennadeln und Gartenabfällen. Er war im Herbst 1958 angelegt und im folgenden Frühling umgeschichtet worden. Der grösste Teil der Abfälle war fast vollständig verrottet. Die noch nicht völlig zerfallenen Föhrennadeln gaben dem Kompost eine lockere Struktur. In einer feuchten Schicht, in etwa 20 bis 25 cm Tiefe, lagen schätzungsweise acht Königinnen nahe beisammen. Einige entkamen jedoch in der Dunkelheit. Anderntags wurde der Rest des Haufens sorgfältig durchgesiebt. Es kamen dabei zwei weitere Königinnen derselben Art zum Vorschein. Überraschend war die Tatsache, dass das «Winterlager» offenbar schon Ende August oder noch früher aufgesucht worden war.

Der erwähnte Komposthaufen lag unter einem mittelgrossen Birnbaum, der in ungefähr 5 m Entfernung in nordwestlicher Richtung von einer Hauswand stand. Infolgedessen war er das ganze Jahr beschattet.

Im nächsten Frühjahr wurde an derselben Stelle wieder ein Komposthaufen gleicher Grösse und gleicher Zusammensetzung aufgeschichtet. Als am 3. September 1960 dieser Haufen umgeschaufelt und sorgfältig auf überwinternde Königinnen abgesucht wurde, kam jedoch nur eine einzige Zugehörige jener Art zum Vorschein. Möglicherweise ist dieser Rückgang in der Besiedlungsdichte auf die nasse Witterung im Sommer 1960 zurückzuführen.

Drei der im Herbst 1959 gefundenen Königinnen wurden gewogen. Sie wiesen ein Durchschnittsgewicht von 0,4617 ± 0,0866 g auf. Die im Jahre 1960 gefundene Königin wog 0,4560 g.

IV. Überwinterungs- und Lagerungsversuche im Laboratorium

1. Die Literatur über Versuche zur künstlichen Überwinterung

Die Versuche, Königinnen unter künstlichen oder kontrollierten Bedingungen zu überwintern, glückten bisher nur selten. Bis vor kurzem galt die Überwinterung von Königinnen in einem grösseren Umfange als praktisch unmög-

Das erfolgreiche Überwintern erschien deshalb als das schwierigste Hinder-
f dem Wege zur vollständigen Domestikation der Hummeln (HOLM 1960).
ersuchen dazu fehlte es zwar nicht. Sowohl SLADEN (1912) wie FRISON
) sperrten die im Freien gefangenen Königinnen zusammen mit Drohnen
n der Hoffnung, dass sie die noch nicht belegten Königinnen begatten
en. SLADEN (1912) hielt *B. lapidarius*-Weibchen in Käfigen, deren Böden
Moos und lockerer Erde gedeckt waren. Die Überwinterung gelang aber
FRISON (1927) versuchte zuerst, die Königinnen in Konservenbüchsen,
ckeren Boden und trockenes Laub enthielten, über den Winter zu bringen,
n erfolglos. Die ersten positiven Resultate erhielt er erst, als er Königinnen
. *americanorum*, die er in kleine perforierte Kartonröhrchen sperrte, die
eits wiederum in einem Konservenglas mit durchlöchertem Deckel ver-
und ungefähr 30 cm tief im Boden vergraben waren, durch den Winter
te. Vier von elf Königinnen überdauerten die Zeitspanne vom 1. Oktober
den Monat April in diesem Erdhaufen. Er nahm an, dass mit seiner Me-
gut gefütterte, begattete Königinnen, die zur rechten Zeit in die Winter-
iere versorgt wurden, gut überwintert werden könnten. LINDHARD (1912)
g es, nach anfänglichen Misserfolgen, dreizehn Königinnen von *B. ter-*
s zu überwintern. Er hatte eine Kiste mit Torf gefüllt und in einem Zim-
n dem ein Volk nistete, aufgestellt. Einige der ausschlüpfenden Weibchen
uben sich in der Kiste und überwinterten im Torf. PLATH (1934) grub
ginnen von *B. impatiens* aus ihrem natürlichen Winterlager aus und
e eine Gruppe in eine Kiste, die etwa 15 cm tief mit Erde gefüllt war. Die

kanntgegeben worden. Erst kürzlich gelang Holm (1960) in Albertslund – ebenfalls erst nach einigen anfänglichen Misserfolgen – die Überwinterung einer ansehnlichen Menge Weibchen von *B. lapidarius* und *B. terrestris*. Diese erfolgte in ungeheizten Glashäusern, in denen, um die natürlichen Freilandbedingungen möglichst nachzuahmen, Haufen aus Torf aufgeschichtet und mit Rasen abgedeckt worden waren. In einem weiteren Versuch desselben Autors füllte man Kisten mit Erde und Sphagnum und deckte sie zum Teil mit Rasenstücken. In einem Teil der Kisten wurde eine Kleegrasmischung angesät. Diese Behälter waren entweder flach oder geneigt aufgestellt worden. Die offene Vegetation der Kleegrasmischung schien besonders gerne von *B. lapidarius* aufgesucht zu werden. Die *B. terrestris* zogen dagegen Sphagnum oder Rasen vor. Die geneigt aufgestellten Kisten hatten mehr Königinnen angezogen. Insgesamt wurden 323 Königinnen überwintert. Im Kistenversuch überlebten im Durchschnitt 84 %.

2. Eigene Überwinterungs- und Lagerungsversuche

A. Die Überwinterung als Königin

Die Beobachtung, dass *B. hypnorum*-Königinnen im Freiland Komposthaufen zum Überwintern aufsuchen, gab Anlass dazu, diese Art auf ähnliche Weise im Laboratorium zu lagern.

a) Material und Methoden

α) Hummeln. Es war ein weiterer glücklicher Umstand, dass bei Herrn F. Mühlethaler, Spezialhandwerker an der Versuchsanstalt, gerade zu jener Zeit ein Volk dieser Art, das er von einer im Frühling 1959 im Areal der Anstalt gefangenen Königin (P) aufgezogen hatte, zur Verfügung stand. Dieses hatte ungefähr 200 Königinnen (F_1) hervorgebracht. Davon entnahmen wir 70 Tiere für einen Überwinterungs- und Lagerversuch. Die Tiere Nr. 1—21 waren am 27. Juli aus dem Flugkäfig, wo sie Zugang zu Honigwasser und Pollen hatten und nachdem sie von Drohnen des gleichen Volkes begattet waren, entnommen und in feuchter Watte verpackt in kleine Kisten bei + 2 bis 4° C eingelagert worden. Die Weibchen Nr. 22—45 hatten am 20. und 21. Juli und die Nr. 46—70 zwischen dem 5. und 8. August 1959 die gleiche Behandlung erfahren. Am 17. September wurden diese Königinnen alle einzeln auf einer «Mettler»-Analysenwaage gewogen. Die zehn leichtesten Tiere wurden ausgeschieden und die restlichen in vier Gruppen zu fünfzehn Individuen eingeteilt. Ihre Durchschnittsgewichte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Durchschnittsgewicht der *B. hypnorum*-Königinnen zu Beginn des Überwinterungsversuches am 17. September 1959

Gruppe Nr.	Gewicht in g je Königin	Standardabweichung in g
1—15	0,5266	± 0,0802
16—30	0,4553	± 0,0525
31—45	0,4557	± 0,0623
46—60	0,4999	± 0,1123

as Durchschnittsgewicht aller Versuchstiere betrug 0,4778 ± 0,0838 g, das
nteste wog 0,3329 g, das schwerste 0,6789 g.

Behälter für die Überwinterung. Die Königinnen wurden
eln in 50-ml-Aluminiumdosen (Sigg, Frauenfeld), die mit Schraubdeckeln
ehen waren, eingeschlossen. Die Grösse der Büchsen entspricht ungefähr
enigen für 35 mm Filmpatronen. Sie sind nicht mit Luftlöchern versehen.
Wanddicke der Büchschen beträgt etwa 0,4 mm. Dank der Hitzebeständig-
, der Rostfreiheit und Unzerbrechlichkeit dieses Materials können die
hsen wiederholt in feuchter oder trockener Hitze sterilisiert werden. Sie
en sich auch gut für den Transport solcher Tiere über grössere Distanzen,
ei sie ohne besondere Polsterung auch in grosser Anzahl in Kartonschach-
verpackt werden können.

Wohnsubstrat. Als Material zur Überwinterung wurde an Stelle
Kompost, der weder in chemischer noch in physikalischer Hinsicht leicht
lefinieren, noch hinsichtlich Wiederholbarkeit von Versuchen gut zu stan-
lisieren ist, «Terralit», ein Vermiculitprodukt, gewählt. Dieses zeichnet sich
h hohe Porosität und geringes Gewicht (spez. Gewicht 0,14) aus. Die vom
alit aufgenommene Feuchtigkeit wird nur langsam wieder abgegeben.
kann durch mehrstündiges Erhitzen sterilisiert oder getrocknet werden,
e seine erwünschten physikalischen und anderen Eigenschaften zu ver-
n. Mit Terralit lagen gute Erfahrungen bei der Aufzucht von Enger-
en vor (Horber 1959). Es schmiert weder, noch verklumpt, noch klebt es
n Anfeuchten. Die Büchsen wurden bis 1 cm unter den Deckel mit Terralit

mussten die Hummeln für einige Minuten der Zimmertemperatur (etwa 20° C) ausgesetzt werden.

ζ) Versuchsplan.

Temperatur Feuchtigkeit	—1° C Versuchstiere Nr.	+1° C Versuchstiere Nr.
95 %	1—15	31—45
143 %	16—30	46—60

η) Kontrollen. An folgenden Daten wurden die eingelagerten Königinnen inspiziert: 13. November 1959, 14. Januar, 14. März, 14. April und zum letztenmal am 16. Juni 1960. An diesem Tage brach man den Versuch ab.

Anlässlich dieser Kontrollen nahmen wir die Hummeln aus ihren Büchsen und wogen sie auf einer «Mettler»-Analysenwaage. Ausser dem Gewicht machten wir auch Notizen über Bewegungsfähigkeit, Verpilzung, Milbenbefall usw.

ϑ) Manipulieren der Hummeln. Da sich *B. hypnorum*-Königinnen wild und angriffig benehmen, wurden sie nach der Entnahme aus dem Flugkäfig sowie beim Überführen in die Büchsen und beim Wägen und Wechseln in ihre Nistkasten entweder auf + 1 bis 2° C abgekühlt oder mit CO_2, welches eine oberflächliche, kurzdauernde Narkose bewirkt, betäubt. Diese chemische Behandlung gelangte indessen nur sparsam zur Anwendung. Im Verlaufe des ganzen Versuches wurde niemand gestochen.

b) Resultate

α) Überlebensrate und Mortalität. Nach Abschluss der Versuchsperiode, die vom 17. September 1959 bis 16. Juni 1960, das heisst 9 Monate oder 272 Tage dauerte, wurden in den verschiedenen Lagerungsverfahren folgende Unterschiede in der Überlebensrate festgestellt (siehe Tabelle 2):

Tabelle 2 Überlebensrate der Königinnen in Prozenten nach einer Lagerung von 272 Tagen unter verschiedenen Bedingungen:

Feuchtigkeit	Temperaturstufen		Durchschnitt
	—1° C	+1° C	
95 %	53	87	70
143 %	0	73	37
Durchschnittliche Überlebensrate	27	80	53,5

Die geeignete Temperatur, bei welcher 80 % der Königinnen überlebten, war +1° C. Unter diesen Bedingungen überlebten im weniger feuchten Terralit 87 %, im feuchteren Material dagegen 73 %. Bei —1° C überlebten in beiden Feuchtigkeitsstufen nur 26,8 %, wobei im feuchten Terralit alle eingegangen, während im weniger feuchten Substrat nach Versuchsende noch 53 % lebend waren.

Die für die Lagerung geeignetere Feuchtigkeitsstufe war 95 % mit einer Überlebensrate von 70 %, während im feuchteren Terralit nur 37 % überdauerten.

geeignetste Kombination von Temperatur und Feuchtigkeit war +1° C
5 % Feuchtigkeit, wobei 87 % der eingelagerten Königinnen mindestens
nate überdauerten. Die ungeeignetste Kombination war —1° C bei 143 %
ntigkeit.

Tabelle 3 Gewichtsabnahme der Königinnen nach einer Lagerung von 272 Tagen verschiedenen Bedingungen (Gewichtsverlust in Gramm je überlebende Individuen):

Feuchtigkeit	Temperaturstufen		Durchschnittliche
	—1° C	+1° C	Gewichtsabnahme
95 %	0,0340	0,0555	0,0448
143 %	(0,4553)*	0,0603	0,2578
Durchschnittliche Gewichtsabnahme	0,2446	0,0579	0,1513

* Ganze Gruppe eingegangen.

Gewichtsverluste während der Lagerung. Die Abe des Gewichtes der überlebenden Hummeln wird in Tabelle 3 dargestellt. 1° C ist der Gewichtsverlust etwa doppelt so gross wie bei —1° C. Der gste Gewichtsverlust wurde bei —1° C und 95 % Feuchtigkeit, der te bei +1° C und 143 % Feuchtigkeit beobachtet. Überraschend kam die tellung, dass bei höherer Feuchtigkeit des Winterlagers die Gewichtsabe grösser war als bei niedriger. Vielleicht findet diese Beobachtung eine rung darin, dass bei höherer Feuchtigkeit eine stärkere Infektion mit n einsetzte.

dem Flugkäfig entnommen worden waren, überdauerten eine Periode von 315 Tagen. Somit betrug die Lagerdauer für diese Königinnen insgesamt 10½ bis 11 Monate.

In der Natur ist mit einer kürzeren Winterruhe zu rechnen. Vermutlich erstreckt sich diese für *B. hypnorum* von Ende Juli bis Mitte April, das heisst über 8½ bis 9 Monate.

Es interessierte uns, ob nach einer längeren Lagerung eine Weiterzucht noch möglich sei. Aus diesem Grunde sperrten wir 24 der überwinterten Königinnen Ende Juni 1960 einzeln in Nistkasten, die in einem ungeheizten Gewächshaus aufgestellt wurden. Nach der von HASSELROT (1952) beschriebenen Methode wurden sie zum Brüten veranlasst. Als Futter verabreichten wir Bienenhöschen und Zuckerwasser (1 : 1). Einige der Königinnen begannen zu nisten und zu brüten. Schliesslich brachten vier Völker Arbeiterinnen. In drei Völkern entstanden Arbeiterinnen und dann Drohnen, während nur zwei Völker Arbeiterinnen, Drohnen und Königinnen produzierten. Diese Völker lebten bis Ende März 1961. Das letzte Volk, das auf eine Königin vom Sommer 1959 zurückgeht, brütete noch Ende Juli 1961. Die Königin (Nr. 51) brachte mehr als 50 Arbeiterinnen, über 50 Drohnen und 45 Königinnen hervor. Nachdem jene am 31. Dezember 1960 im Alter von 15 bis 17 Monaten gestorben war, führten Töchter und Enkelinnen das Brutgeschäft weiter. Ihre Nachkommenschaft steht nun trotz der seit Beginn herrschenden Inzestzucht in der F_5-Generation.

Aus diesen Beobachtungen kann geschlossen werden, dass die Reproduktionskraft unter günstigen Lagerverhältnissen auch über eine längere als in der Natur übliche Winterruhe erhalten bleiben kann. Dies kam bei 16 % der die extrem lange Lagerzeit überlebenden Königinnen zum Ausdruck, trotzdem die Anzuchtverhältnisse anfänglich nicht optimal waren, wie wir in einem späteren Abschnitt zeigen werden.

In diesem Zusammenhange sei auch noch auf die Tatsache hingewiesen, dass von vier Königinnen Arbeiterinnen und in zwei Völkern auch junge Königinnen hervorgebracht worden sind. Daraus schliessen wir, dass die Spermien in den im Sommer 1959 begatteten Königinnen bis im Dezember 1960 , das heisst über eine Periode von 15 bis 18 Monaten lebens- und zeugungsfähig geblieben sind. Sonst hätten die Königinnen nur Drohnen produzieren können.

B. Die Überwinterung als Arbeiterin

Nachdem die Überwinterung von Königinnen im Laboratorium auf einfache Weise gelang, lag es nahe, dieselbe Methode auch auf Arbeiterinnen anzuwenden. Solche sind oft in grösserer Anzahl in den Nestern vorhanden, nachdem die Stammutter abgestorben ist und sowohl die Drohnen als auch die jungen Königinnen das mütterliche Nest verlassen haben.

Eine zweckmässige Verwendung ausser zur Bestäubung könnte – falls eine Überwinterung möglich wäre – darin gesehen werden, sie im Frühjahr den jungen Königinnen beizugesellen, um diesen bei der Gründung neuer Völker behilflich zu sein.

a) Material und Methode der Überwinterung

A r b e i t e r i n n e n. Die Versuchstiere wurden einem abgehenden Volk
. *agrorum*, nach Absterben seiner Stammutter, entnommen. Das genaue
der Individuen war nicht bekannt. Sie waren vermutlich älter als die im
rgehenden Abschnitt erwähnten Königinnen. Ferner wogen sie weniger
öniginnen der *B. hypnorum*. Für diesen Versuch standen uns nur sechs
terinnen von *B. agrorum*, deren Gewichte zwischen 0,1055 und 0,2248 g
nkten und im Durchschnitt nur 0,1541 g erreichten, zur Verfügung.
L a g e r u n g. Die Einlagerung der Arbeiterinnen in Aluminiumbüchsen
5 ml Inhalt auf feuchtem Terralit erfolgte zwischen dem 3. und 10. Ok-
1960. Bis zum Abbruch des Versuches am 5. Januar 1961 schwankte die
temperatur zwischen +1,5 und +2,5° C.

b) Resultate

on bei der ersten Kontrolle, das heisst nach 55 bis 64 Tagen, waren alle
terinnen tot.

C. Die Überwinterung als Drohne

bei den Hummeln – im Gegensatz zur Honigbiene – öfters Kopulationen
st oder in Käfigen beobachtet werden können, besteht einerseits die Mög-
it einer gelenkten Züchtung, anderseits aber auch die Gefahr der Inzucht.
eine planmässige Kreuzungszucht möglich wird, jede unerwünschte In-
dagegen vermieden werden kann, wäre es wünschbar, Drohnen aus ver-

gungen eingelagert. Eine dritte Serie umfasste 100 Drohnen. Wir lagerten sie zwischen dem 28. Februar und 4. März in 15-ml-Aluminiumbüchsen auf feuchtem Terralit bei etwa +3° bis +4° C ein.

b) Resultate

Bei der ersten Kontrolle am 28. Februar 1961, das heisst nach einer Lagerperiode von 54 Tagen, waren alle Drohnen der ersten Serie tot.

Von der zweiten Serie lebten nach 29 Tagen noch 79 %, bei der zweiten Kontrolle nach 63 Tagen jedoch keine mehr.

Von der dritten Serie waren nach 30 bis 34 Tagen Lagerung 56 % der Drohnen zugrunde gegangen, die toten Drohnen zum Teil verpilzt.

D. Die Überwinterung als ganzes Volk

Wie aus den Überwinterungsversuchen mit Einzeltieren hervorging, war es möglich, Königinnen von *B. hypnorum* über längere Perioden zu lagern, während, im Gegensatz hiezu, Drohnen derselben Art sowie Arbeiterinnen von *B. agrorum* nur für kurze Zeit die Kälte überdauerten. Die Aussichten, ein ganzes Volk in der Kälte zu überwintern oder zu lagern, scheinen deshalb gering.

In Neuseeland fand Cumber (1954) das ganze Jahr hindurch Arbeiterinnen und Königinnen von *B. terrestris* im Fluge. Diese Art war dort Ende des letzten Jahrhunderts von England importiert worden. Einige Nester dieser Hummel blieben auch über den Winter bevölkert (Cumber 1949), während dies bei der anderen, seinerzeit in Neuseeland eingeführten Art *B. ruderatus* nicht beobachtet werden konnte.

Es stellte sich nun die Frage, ob Königinnen von *B. hypnorum* dazu veranlasst werden könnten, über den Winter zu brüten und damit Völker in voller Aktivität zu überwintern. Vom physiologischen Standpunkt aus war damit der Problemkreis angeschnitten, ob eine echte Diapause eingehalten würde oder ob diese gebrochen werden könne. Auf der ökologischen Seite bestand die Schwierigkeit darin, die Bedingungen zu finden, unter welchen die Königinnen zum Brüten veranlasst werden könnten.

Die Frage der Diapause bei Hummeln ist um so interessanter, als oft beobachtet werden kann, wie Völker, deren Königinnen die Eiablage eingestellt hatten, still umweiseln. Eine oder mehrere Arbeiterinnen übernehmen dann die Funktion der Königin. In der Folge wird ein solches Volk drohnenbrütig, da die Arbeiterin nicht kopuliert hatte.

In bezug auf die Generationsfolge gehören die Arbeiterinnen zur F_1-Generation, die Drohnen aber zur F_2-Generation der Stammutter. Weshalb sollte es nicht ebenfalls gelingen, noch vor Beginn oder während des Winters junge begattete Königinnen an Stelle ihrer drohnenbrütigen Schwestern zum Gründen neuer Völker zu veranlassen? Die Königinnen der nachfolgenden Generation würden sich dann im Laufe der ungünstigen Jahreszeit im Brutgeschäft fortlaufend ablösen und im Frühjahr wäre anstatt der F_1-Generation derjenigen des Vorjahres die F_2- bis F_n-Generation vor die Aufgabe der Gründung eines Nestes gestellt. Eine solche pausenlose Zucht würde also auch die Möglichkeit

Vermehrung – nicht wie bei Kaltlagerung nur die Erhaltung des Be-s – mit sich bringen.

a) Material und Methoden

Hummeln. Zu den folgenden Versuchen wurden *B. hypnorum*-Köni- (F$_1$), die den Überwinterungsversuch 1959/60 überlebt hatten, ver-t. Von den zur Verfügung stehenden 32 Individuen lasen wir 24 aus. Sie n nach den Angaben von HASSELROT (1952) in Nistkasten zum Brüten an-t. Ihr Durchschnittsgewicht betrug 0,4660 ± 0,054 g. Die übrigen acht innen wurden als Reserve weiterhin bei +1° C gehalten, von wo man sie darf an Stelle eingegangener Versuchstiere einsetzte.

Futter. Wir teilten die Hummeln in drei Gruppen von je acht Indivi-ein. Jede Gruppe enthielt Tiere aus allen drei erfolgreichen Überwinte-verfahren. Die Durchschnittsgewichte und ihre Standardabweichungen n aus der Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4 Fütterungsschema und Durchschnittsgewichte der im Anzuchtversuch verwendeten überwinterten Königinnen

	Diät	Durchschnitts-gewicht in g	Standard-abweichung in g
Gruppe a	Maispollen	0,4508	± 0,0569
Gruppe b	vakuumgetrocknete Bienenhöschen	0,4662	± 0,045
Gruppe c	lufttrockene Bienenhöschen	0,4811	± 0,0618
Durchschnittsgewicht aller Gruppen		0,4660	0,0540

hauses auf, die übrigen drei fanden in einem Insektarium Platz. Zufolge der regnerischen Sommerwitterung blieb die Temperatur sowohl im Glashaus wie im Insektarium niedrig. Sie schwankte im Glashaus zwischen 14 und 36° C, das kleinste Tagesmittel war 16° C, das höchste 27° C. Die Mitteltemperatur lag knapp über 20° C. Im Insektarium betrug die Minimaltemperatur 4° C, die Maximaltemperatur 35° C. Die Tagesmittel schwankten zwischen 11 und 22° C. Die Mitteltemperatur lag bei 16° C.

Am 1. September wurden die noch besiedelten Nistkasten in eine beheizte und mit Thermostaten geregelte Zuchtkabine zu 25 bis 29° C und Dauerlicht von Fluoreszenzröhren (Philips TL 33; 40 Watt) gebracht. Ab 30. September 1960 erhöhten wir die Temperatur auf 30 bis 34° C und ab 17. Oktober auf 31 bis 35,5° C.

δ) Nistmaterial. Anfänglich wurden nach Angabe von Hasselrot (1952) Zellstoff sowie Watte im Nistkasten vorgelegt. Nachdem die Temperatur auf 35° C erhöht war, begann die Bautätigkeit auch ohne Nistmaterial, was die direkte Beobachtung der Hummeln, ohne diese zu stören, erleicherte. Als Unterlage im Brutraum diente ausgelegtes Wachspapier («Fripac»). Der Vorhof war mit Abschnitten von Papierhandtüchern («Resa», Papierfabrik Balsthal) belegt.

b) Resultate

α) Nahrungsaufnahme. Anfänglich konnten Kontrollen und Futterwechsel nur in grösseren Zeitabständen von mehreren Tagen durchgeführt werden. Die Zuckerlösung war daher in der Zwischenzeit oft eingetrocknet. Diese fand erst regen Zuspruch seitens der Königinnen, als ihr ein Zehntel Volumenanteil eines Absudes von Goldmelissenblüten beigefügt wurde.

Die Pollenklumpen wiesen anfänglich nur geringe Fraßspuren auf. Bevorzugt wurden die vakuumgetrockneten Bienenhöschen mit acht deutlichen Fraßstellen und zwei völlig aufgefressenen Klumpen in den ersten 30 Tagen der Exposition. Vom Maispollen waren in der gleichen Zeit vier Klumpen deutlich angefressen und zwei vollständig verzehrt worden, während von den luftgetrockenen Bienenhöschen nur ein Klumpen Fraßspuren aufwies.

Als besondere Einzelbeobachtung sei erwähnt, dass, wenn die Pollenklumpen im Vorhof – statt wie gewöhnlich im Nistkasten – plaziert wurden, diese nicht als Futter angenommen, sondern als Friedhof für tote Larven und Imagines sowie als Latrine benutzt wurden.

β) Wachssekretion. Als erste Anzeichen einsetzenden Brütens wurde das Abstreichen von Wachs gewertet. Die Königinnen strichen und bürsteten dabei mit ausgestrecktem und dem Boden angepressten Hinterleib über eine bevorzugte Stelle im Nistkasten oder Vorhof. Meistens handelte es sich dabei um eine waagrechte Stelle am Boden des hölzernen Nistkastens, weniger häufig auch entlang einer Wand oder einer Fuge. Nach Ablauf eines Monats zeigten drei Königinnen dieses auffällige Verhalten.

γ) Honigtopf. Ein weiteres sicheres Zeichen für die Nestgründung war der Bau eines Honigtopfes aus eigenem Wachs. Dieser wurde im Nistkasten meistens in der Achse zwischen Nesteingang und Pollenklumpen, teilweise aber

im Vorhof in der Nähe des Nesteinganges aufgestellt. Ein solcher Honig-
war öfters in weniger als einem Tag erstellt, obschon später ständig daran
ut, erweitert, verändert und herumgeflickt werden konnte. Es dauerte aber
ehrere Tage, bis auch Zuckerlösung eingetragen und der Honigtopf gefüllt
le. In einigen Nestern war Zuckerlösung eingetragen und irgendwo im
naterial oder neben dem Honigtopf und später auch zwischen die Waben
ewürgt worden. Nach 50 Tagen wiesen erst zwei Nester Honigtöpfe auf.

W a b e n b a u , E i a b l a g e u n d B r ü t e n . Ein weiteres Anzeichen
las einsetzende Brüten war das Besetzen des Pollenklumpens. Bei einer
ung von aussen wurde dieser in typischer Abwehrstellung, das heisst mit
n oder beiden erhobenen Mittelbeinen und dem zum Stechen nach oben
immten Hinterleib verteidigt.

e erste Eiablage erfolgte regelmässig in Grübchen des Pollenklumpens, die
mit Wachs becherförmig umrandet wurden, oder in Becherchen, die aus
s geformt und dem Pollenklumpen aufgebaut worden waren. Die Eiablage
gte in diese Zellen, die die Königin sofort zudeckte. Die Larven wurden
n kleine Löcher in der Decke der Brutzellen gefüttert. In der gleichen Zelle
die Verpuppung statt. Die Königin stockte früher oder später die Puppen-
n mit Brutzellen auf.

e ersten Waben beobachteten wir am 30. September in zwei Nestern der
pe Maispollen.

L a r v e n . Zu Beginn des Wabenbaues zerrten die Königinnen öfters
en aus den Waben und trugen dieselben aus dem Nest.

Weiterzucht ging wegen Pollenmangels nur noch schleppend vor sich; sie erlitt in der F_4 einen Unterbruch infolge Schwarzsucht unter den Larven, die bis anfangs Mai anhielt. Die Untersuchungen durch Dr. Wille, Liebefeld-Bern, ergaben keinen spezifisch bakteriologischen Befund, jedenfalls war nicht Septikämie der Honigbiene die Ursache, wie anfänglich vermutet wurde. Nachdem Erythromycin im Sirup und frischer Pollen, vorwiegend von *Cystus albidus* aus Südfrankreich verabreicht worden waren, liessen die Symptome nach. Die Eiablage der F_4-Königinnen entwickelten sich wiederum in grossen Brutgruppen aus hellgelbem Wachs. Es schlüpften jedoch nur noch Drohnen (F_5) aus. Eine chronologische Übersicht über den Ablauf der Laboratoriumszucht über fünf Generationen folgt in der Tabelle 5.

Tabelle 5 Chronologische Übersicht über fünf Generationen einer Laboratoriumszucht von *Bombus hypnorum*

Jahrgang	Jahreszeit	Generation	Bemerkungen über Zuchtmethoden und -erfolge
1959	Mai	P	Königin im Areal der Versuchsanstalt Oerlikon gefangen.
	Juli	F_1	Im Laboratorium Volk mit etwa 200 Königinnen entwickelt; Inzestzucht infolge Geschwisterpaarung im Käfig.
	September		Kaltlagerung der jungen Königinnen. Überwinterung von 70 Königinnen im Kühlschrank (Nr. 1 bis 60 im Überwinterungsversuch 1959/60). Davon
1960	Juni		32 überlebt; 24 Königinnen weitergezüchtet, zuerst im Glashaus ohne Erfolg, ab September in Zuchtkabine (bei über 25° C und Dauerlicht).
	September	F_2	Die ersten Waben gebaut. Eiablage.
	Oktober		Die ersten Arbeiterinnen und Drohnen geschlüpft.
	November		Die ersten Königinnen F_2 geschlüpft.
	Dezember		Alte Königinnen F_1 gestorben.
1961	Januar	F_3	Kopulationen im Nest; Eiablage; Arbeiterinnen, Drohnen und Königinnen geschlüpft.
	Februar		Streit unter jungen Königinnen (F_3).
	März	F_4	Eiablage: Arbeiterinnen, Drohnen, junge Königinnen (F_4).
	April		Streit zwischen jungen Königinnen (F_4).
		F_5	Eiablage (F_5).
	Mai		Ab 8. Mai grosse Brutgruppen.
	Juni		Nur Drohnen (weder Arbeiterinnen noch Königinnen) geschlüpft.
	Juli		

x) Diapause. Sechs weitere Nester wurden mit jungen Königinnen aus Nest 51 sowie mit Drohnen aus Nest 42 bestockt. In allen war im Laufe der Monate Januar und Februar ebenfalls weitergebaut und gebrütet worden.

Damit war dort die F_3-Generation ebenfalls ohne Einhalten einer Diapause entstanden.

V. Diskussion der Resultate

A. Die Kaltlagerung

erfolgreiche Überwinterung der Königin steht offensichtlich im Zusam-
ang mit einem genügend hohen Anfangsgewicht. In bezug auf den Massen-
el der Hummelpopulation spielt der Faktor Körpergewicht der im Be-
zu überwintern stehenden Königin vermutlich eine wichtige Rolle. Es
h anzunehmen, dass nach einer für die Hummeln ungünstigen Vegetations-
le, das heisst zum Beispiel nach einem nassen, kalten Sommer mit un-
gen Trachtverhältnissen, nicht nur eine geringere Anzahl Königinnen,
rn diese die Überwinterung auch noch untergewichtig anzutreten haben.
lche Hummeln dürften die Aussichten für die erfolgreiche Überwinterung
oloniegründung im folgenden Frühjahr gering sein.
tellt sich weiter die Frage, ob Arbeiterin und Drohne, weder unter den
ichen Verhältnissen im Freiland, noch unter den beschriebenen Bedin-
n im Laboratorium für längere Zeit von mehreren Monaten nur deshalb
überwintern, weil sie kein Fettdepot zur Verfügung haben. In bezug auf
beiterinnen fragt es sich ausserdem, ob nur die fehlende Fettreserve oder
uch die ausgebliebene Begattung entscheidend ist. Ferner ist abzuklären,
er gleichen Voraussetzungen die Königinnen kleinerer Arten die gleichen
en zum Überwintern haben wie diejenigen grösserer.

VI. Schlussfolgerungen

Mit Hilfe des beschriebenen Kaltlagerungsverfahrens können Reserven von Königinnen von *B. hypnorum*, die im Freiland gefangen oder im Laboratorium gezüchtet werden, auf beschränktem Raume, wie zum Beispiel im Kühlschrank oder Kühlkeller, aufbewahrt werden. Die Mortalität und der Gewichtsverlust der auf feuchtem Terralit gelagerten Hummeln hält sich in einem erträglichen Masse. Die Königinnen stehen zu jeder Jahreszeit griffbereit zur Koloniegründung zur Verfügung.

Die für eine kontinuierliche Laboratoriumszucht unumgängliche direkte Beobachtung der Hummeln bei der Nestgründung, beim Schlüpfen der Arbeiterinnen, Drohnen und Königinnen, sowie das rechtzeitige Erkennen allfälliger Krankheiten, Räuber und Parasiten wird dadurch möglich, dass das Nistmaterial dank der hohen Bruttemperatur (33 bis 35° C) auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Die kontinuierliche Haltung von Hummelvölkern dürfte für pädagogische Zwecke und zum Studium sozialer Insekten, die auf einer niedrigeren Stufe der Spezialisation als die Honigbiene eingereiht werden müssen, von allgemein biologischem und entwicklungsgeschichtlichem Interesse sein.

Die kombinierte Anwendung der kontinuierlichen Zucht im Laboratorium mit der vorübergehenden oder längern Kaltstellung überflüssiger Hummeln ermöglicht eine gezielte Züchtung und Selektion der Hummeln. Die Dauerhaltung kann das Studium der verschiedenen Stadien in ökologischer, physiologischer und pathologischer Hinsicht erleichtern.

Die beiden Verfahren können auch zur Anzucht und Haltung von Völkern für die Bestäubung bei Selbstungen und Kreuzungen von Pflanzen mit von Bienen wenig besuchten oder überhaupt nicht bestäubten Blüten nützlich werden. Die für *B. hypnorum* ausgearbeiteten Verfahren der Kaltstellung und kontinuierlichen Haltung über mehrere Generationen soll auch zur dauernden Domestikation anderer Hummelarten wiederholt werden.

VII. Zusammenfassung

Die Überwinterung der Hummeln ist zur Zeit erst lückenhaft erforscht. Für *B. hypnorum* konnten keine Angaben in der Literatur gefunden werden. Königinnen dieser Art wurden in den Jahren 1959 und 1960 jeweils anfangs September in einem Komposthaufen in einem Hausgarten in der Stadt Zürich gefunden. Deren Gewicht vor der Überwinterung betrug 0,4617 ± 0,0866 g (3) beziehungsweise 0,4560 g (1).

Die Überwinterung unter künstlichen oder kontrollierten Bedingungen war bisher nur selten geglückt. Das erfolgreiche Überwintern erschien deshalb als das schwierigste Hindernis auf dem Wege zur vollständigen Domestikation der Hummeln. Ein Überwinterungsversuch wurde anfangs September 1959 mit 60 Königinnen von *B. hypnorum* angelegt und Mitte Juni 1960 abgeschlossen. Vier Gruppen von je 15 Königinnen wurden in kleinen Aluminiumdosen (50 ml)

uchtem beziehungsweise nassem Terralit und bei +1° C beziehungsweise
C gelagert. Der angefeuchtete Terralit wies 95 %, der nasse 143 % Wasser-
auf. Das Gewicht, die Bewegungsfähigkeit, Verpilzung und andere Kri-
für die Lebensfähigkeit der Hummeln wurden gewöhnlich jeden Monat
l kontrolliert. Bei Abschluss dieses Versuches nach einer Dauer von
agen überlebten bei einer Lagertemperatur von +1° C noch 80 % der
innen; im nassen Terralit 73 % und im feuchten 87 %. Bei einer Lager-
ratur von —1° C überlebten im Durchschnitt beider Feuchtigkeitsstufen
6,8 %: im feuchten Terralit 53 %, während im nassen alle zugrunde ge-
n waren. Die für die Lagerung günstigere Feuchtigkeitsstufe war 95 %,
ner Überlebensrate von 70 %, während im nassen Terralit nur 37 % über-
. Die geeignetste Kombination hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit
-1° C bei 95 % Wassergehalt. Unter diesen Bedingungen konnten 87 %
öniginnen länger als 9 Monate gelagert werden. Als ungeeignetste Kombi-
erwies sich —1° C bei 143 % Wassergehalt. Der Gewichtsverlust der
innen betrug bei +1° C ungefähr doppelt so viel wie bei —1° C. Der ge-
e Gewichtsverlust wurde bei —1° C und 95 % Feuchtigkeit, der grösste
1° C und 143 % Feuchtigkeit verzeichnet. Die ältesten Königinnen waren
nd 324 bis 331 Tagen kühl gelagert. Im schweizerischen Mittelland ist für
norum eine Überwinterungsperiode von Ende Juli bis Mitte April, das
von etwa 260 Tagen, anzunehmen.

Kadaver der im Laufe des Versuches eingegangenen Hummeln waren
ns mit einem weissen, selten mit einem grünen Myzellager überzogen.

ausreichender Futterversorgung. Insgesamt wurden sechs Nester mit Königinnen und Drohnen bevölkert. In allen beobachtete man im Laufe der Monate Januar und Februar Kopulationen, Wabenbau und Eiablagen. Damit war dort - wie übrigens auch im Nest der Stammutter - die F_3-Generation o h n e D i a p a u s e entstanden.

Die Möglichkeiten, welche die beschriebenen Verfahren der Lagerung im Kühlschrank und der kontinuierlichen Zucht im Laboratorium für das Studium dieser sozialen Insekten in ökologischer, physiologischer, pathologischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht sowie auch für die praktische Nutzanwendung in Landwirtschaft und Gartenbau – insbesondere für die Pflanzenzüchtung – eröffnen, werden diskutiert.

Contribution à la domestication des bourdons

Etude des possibilités d'hibernation artificielle, de la conservation prolongée d'individus isolés et de l'élevage continu de colonies de *Bombus hypnorum* L. (Hym. Apidae)

Résumé

Les connaissances sur l'hibernation des bourdons sont encore fragmentaires. Dans la littérature aucune indication n'a été trouvée sur *B. hypnorum*.

Des reines appartenant à cette espèce ont été trouvées en 1959 et en 1960, au début de septembre, dans le tas de compost d'un jardin familial de la ville de Zurich. Leurs poids avant l'hibernation étaient de $0{,}4617 \pm 0{,}0866$ g (3), et de 0,4560 g (1), respectivement, pour les deux années.

L'hibernation dans des conditions artificielles qui n'avait que rarement réussi auparavant, apparaissait comme obstacle principal sur la voie de la domestication complète des bourdons. Un essai d'hibernation avec 60 reines de *B. hypnorum* fut installé au début de septembre 1959 et terminé vers mi-juin 1960. Les insectes furent enfermés individuellement dans des petites boîtes en aluminium d'un volume de 50 ml, contenant de la Terralite humectée. La teneur en eau de ce milieu avait été amenée à 95 % et 143 %, et les boîtes entreposées à des températures de $+1°$ C et $-1°$ C. On contrôlait une fois par mois le poids, la mobilité, la présence de mycoses, etc.

Les taux de survie suivants furent enregistrés à la fin de l'expérience, soit après 272 jours: 80 % à la température de $+1°$ C, 26,8 % à $-1°$ C, en moyenne des deux niveaux d'humidité; la Terralite à 95 % d'eau étant la plus favorable avec un taux de survie de 70 %, contre seulement 37 % dans le milieu à 143 % d'eau. Les conditions offrant les meilleures chances de survie furent donc la combinaison $+1°$ C et 95 % d'eau: 87 % des reines de bourdons y restèrent vivantes pendant plus de 9 mois. La combinaison la moins favorable fut $-1°$ C et 143 % d'eau. La perte de poids la plus faible fut enregistrée chez les animaux

rvés à — 1° C et 95 % d'eau, la plus forte chez ceux ayant séjourné à + 1° C
% d'eau, les différences de perte allant du simple au double. La durée de
maximum fut de 324 à 331 jours.

s les conditions naturelles du Plateau suisse, on peut admettre pour *B.*
rum une période d'hibernation s'étendant de fin juillet à mi-avril, soit
n 260 jours.

corps des bourdons morts durant l'essai étaient le plus souvent couverts
luvet de mycélium blanc, rarement d'un mycélium verdâtre.

résultats indiquent une relation entre le poids des reines et leurs chances
rvie, qui semblent plus grandes pour les animaux plus lourds que la
ne que pour ceux qui sont plus légers.

s les conditions d'essai considérées comme optimales pour les reines de
norum, des mâles (196) de cette espèce et des ouvrières de *B. agrorum*
rirent tous au bout de 55 à 64 jours.

essai de fondation de colonie fut tenté avec 24 reines survivantes, dans
rre non chauffée. En dépit du temps inclément de l'été 1960, la majorité
insectes se mirent à aménager un nid et à pondre. Toutefois, ces élevages
spérèrent que lorsque les nids furent placés dans une cabine chauffée à
et 33 à 35° C. Quatre reines n'élevèrent que des ouvrières, deux des
res et des mâles et deux seulement des ouvrières, des mâles et des reines.
tir de l'une de ces dernières, cinq générations de descendants ont été
s en consanguinité; ce qui démontre que la fécondité ne souffre pas d'une
d'hibernation plus longue que celle imposée par la nature.

Contribution to the domestication of bumblebees

Observations and experiments on the hibernation in the natural environment, on the storing in the refrigerator and on the continuous breeding of colonies of *Bombus hypnorum* L.

Summary

At present the knowledge about the hibernation of bumblebees is only fragmentary. As for overwintering of *B. hypnorum* in the natural environment no references could be found in the literature. In the first days of September in 1959 and again in 1960 queens of that species could be found buried in their overwintering sites in a heap of compost at the same location in a housegarden in the city of Zurich.

Attempts to hibernate bumblebees under artificial or controlled conditions have been successfully undertaken only by a few authors. Therefore, overwintering of queens had been regarded as the most difficult barrier against complete domestication of bumblebees.

In 1959 an experiment was started to hibernate 60 queens of *B. hypnorum* under controlled conditions in the refrigerator. Four groups of 15 queens in each were exposed to two different conditions both of temperature and humidity. The bumblebees were stored individually in small aluminium cartridges of 50 ml capacity provided with a screw lid. These cartridges were filled with vermiculite moistened to 95 % or 143 % water content. The cartridges were put into a refrigerator with compartments kept at +1° C and —1° C respectively. Weight, mobility, mortality and occurrance of moulds were checked each month. The final check was made on the 272nd day of exposure. The survival of queens was 80 % at the storage temperature of +1° C (73 % on the wet and 87 % on the moist vermiculite). Only 26,8 % of the queens survived at —1° C. All queens exposed to that temperature on the wet vermiculite had died in between. The moisture content of 95 % proved to be the more favorable since 70 % of the queens survived in these containers, whereas in the containers with 143 % moisture the survival was only 37 %. The most favorable environment regarding temperature and humidity was at +1° C and 95 % moisture content. Under these conditions 87 % of the queens were stored for a period of over 9 months. The most unfavorable environment was at —1° C and 143 % moisture. At +1° C the loss of weight of the exposed queens was twice as high as at —1° C. The least loss of weight was registered at —1° C and 95 % moisture. The greatest loss occurred at +1° C and 143 % moisture. The queens with the longest hibernation period were stored for 324 to 331 days. Under the conditions prevalent in the Swiss midlands the hibernation period for this species presumably lasts from the end of July to the middle of April, e.g. for a period of 268 days.

Most of the dead queens were covered with a white and a few with a green mycelium. Queens starting hibernation with their weight above average had a higher chance of surviving.

The experiments on storing males (196) of *B. hypnorum* and workers of *B. agrorum* (6) in the refrigerator under the conditions most favorable for the

s of *B. hypnorum* were unsuccessful. After a period of 55 to 64 days all duals had died.

h 24 queens surviving from the hibernation experiment attempts were to rear colonies by exposing the queens in nests in an unheated green- Most of the queens started building nests although the weather was very orable during the summer of 1960. However, real progress in rearing colo- as only observed after the nests had been moved to a rearing cabinet the temperature could be kept over 25° C and finally between 33 and Workers were produced in four colonies, workers and males in three es, and in two colonies workers, males and queens were reared. One of queens produced more than 50 workers, over 50 males and 45 queens. rogeny of this queen has subsequently been reared for five generations e of repeated inbreeding. Therefore it has been demonstrated that the lity of queens can be maintained over a period much longer than the usual ation under natural conditions.

m the fact that four queens produced workers and/or queens it may rmore be concluded that the semen stored in the queens fertilised during er 1959 was viable until December 1960, e. g. for a period of 15 to 18 months. progeny of the overwintering queens was reared at 33 to 35° C under uous light and with food approximating satisfactory nutritional require- Six nests were populated with queens and males of the same progeny. h colony, mating, building of comb and oviposition occurred sometimes January and February. From these observations it may be concluded

IX. Literaturverzeichnis

Bols, J. H. (1937): Observations on *Bombus* and *Psithyrus*, especially on their hibernation. Proc. Roy. Ent. Soc. Lond., *12*, p. 47—50.

Brian, A. D. (1951): The pollen collected by bumble-bees. J. Anim. Ecol., *20*, p. 191—194.

* Cumber, R. A. (1949): An overwintering nest of the humble-bee *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae). N. Z. Sci. Rev., *7*, p. 96/97.

— (1954): The life-cycle of humble-bees in New Zealand. N. Z. J. Sci. Tech. B., *36*, p. 95—107.

Darwin, C. (1859): On the origin of species by means of natural selection. London, Murray.

Frison, T. H. (1927): The fertilization and hibernation of queen bumblebees under controlled conditions (Bremidae Hym.). J. econ. Ent., *20*, p. 522—526.

Hasselrot, T. B. (1952): A new method for starting bumblebee colonies. Agron. J., *44*, p. 218/19.

Hawkins, R. P. (1956): A preliminary survey of red clover seed production. Ann. appl. Biol., *44*, p. 657—664.

— (1961): Observations on the pollination of red clover by bees. I. The yield of seed in relation to the numbers and kinds of pollinators. Ann. appl. Biol., *49*, p. 55—65.

** Holm, N. (1960): Experiments on the domestication of bumblebees (Bombus Latr.) in particular *B. lapidarius* L. and *B. terrestris* L. Ybk. Roy. Vet. Agr. Coll., p. 1—19, Copenhagen.

Horber, E. (1959): Verbesserte Methode zur Aufzucht und Haltung von Engerlingen des Feldmaikäfers (*Melolontha vulgaris* F.) im Laboratorium. Landw. Jahrb. Schweiz N. F., *8*, S. 361—370.

Lindhard, E. (1912): Humlebien som Husdyr. Spredte Traek of nogle danske Humlebiarters Biologi. Tidsskr. Planteavl, *19*, p. 335—352.

Maurizio, A. und Pintèr, L. (1961): Beobachtungen über die Nektarabsonderung und den Insektenbesuch bei einigen schweizerischen Mattenklee-Hofsorten (*Trifolium pratense* L.). Arb. Geb. Futterb. AGFF, *2*, S. 41—46.

Medler, J. T. (1958): Principles and Methods for the Utilization of Bumblebees in Cross-Pollination of Crops. Proc. Tenth Intern. Congr. Ent., *4*, p. 973—981.

Plath, O. E. (1934): Bumblebees and their ways. The Macmillan Co., New York, 201 pp.

Rudorf, W. (1943): Kleeartige Futterpflanzen. Roemer, Th., und Rudorf, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 3, Parey, Berlin.

Sigfrids, A. G. (1947): Humlor och bin-i lantmannens tjänst. Tidskr. Lantm., *29*, p. 121, ref. Herb. Abst., *18*, p. 696.

Skovgaard, O. S. (1936): Rødkløverens Bestøvning, Humlebier og Humleboer. Kgl. danske Vidensk. Selsk. Skr. Naturvid. Math. Afd. 9 raekke, 6, 6, p. 1—140.

— (1952): Humlebiers og honningbiers arbejdshastighed ved bestøvningen of rødkløver. Tidsskr. Planteavl, *55*, p. 449—475.

Sladen, F. W. (1912): The humble bee. Its life history and how to domesticate it. The Macmillan Co., London.

Valle, O. (1946): Puna-apilan siemenen satotoiveista. Koetoiminnan ja Käytännön, *9*, p. 2, ref. Herb. Abstr., *18*, p. 127.

— (1955): Untersuchungen zur Sicherung der Bestäubung von Rotklee. Acta Agr. Fennica, *83*, S. 205—220.

Wexelsen, H., und Skaare, S. (1940): Rødkløverens blomstring og bestøvning. Tidskr. Norske Landbr., *47*, p. 53—67, 109—122.

Nach Drucklegung dieses Beitrages konnten noch folgende Arbeiten eingesehen werden:

* Cumber, R. A. (1953): Some aspects of the biology and ecology of humble-bees bearing upon the yields of redclover seed in New Zealand. N. Z. J. Sci. Tech. B., *34*, p. 227—240.

** Holm, N., und Haas, H. (1961): Erfahrungen und Resultate dreijähriger Domestikationsversuche mit Hummeln. Albrecht-Thaer-Archiv, *5*, 4, p. 282—304.

Zur Einführung in das Arbeitsgebiet «Hummeln»:

Free, J. B., und Butler, C. G. (1959): Bumblebees. London, Collins.

Eine neue Plankton-Invasion im Pfäffikersee

Von

EDWIN MESSIKOMMER, Seegräben

Ende September bis Mitte Oktober war der Pfäffikersee der Schauplatz ei
neuen Plankton-Invasion. Ihr Ausmass übertraf dasjenige der
vasion vom Jahre 1947 ganz erheblich, so dass das seltene Phänomen auch d
Laien auffällig wurde. Anfänglich manifestierte sich die seltsame Erscheinu
ls Vegetationstrübung, die den oberflächennahen Wasserschich
es Pelagials und des Litorals eine bläulich-grüne Tönung verlieh. Am Na
nittag des 12. Oktobers setzte eine mässige Bise ein, die auch am 13. anhi
Durch die Windwirkung wurde die gleichmässige Verteilung des dominier
len Phytoplankters gestört. Die sich überstürzenden Wellen verfrachte
rosse Mengen von ihm nach der südwestlichen Seebucht, wo die aufgewirb
en und zum Teil der Zersetzung entgegengehenden Algenmassen den Wass
piegel mit einer buntgemusterten Kahmhaut überzogen. Grüne, blaue u
veisse Farbtöne wechselten darin völlig regellos miteinander ab. Die Unmer
ler schwebenden Algen hatte sich somit zu einer Wasserblüte verdi
et. In den geschützten Uferpartien war die Schwimmdecke der Alge besond
uffällig und verunzierend. Der Algenschlamm reichte einige Zentimeter un

zellen zusammen. Gegen das Trichomende zu sind einzelne Fäden mit verlängerten, hyalinen und oft leicht verjüngten vegetativen Zellen ausgestattet. In der Hauptsache sind die gewöhnlichen Zellen kurzzylindrisch, pigmentiert und mit Pseudovakuolen ausgerüstet. Die ihnen zukommenden Dimensionen betragen: Länge 5—6,6 μ, Breite 3,4—3,6 μ. Die Heterozysten sind interkalar, farblos, subzylindrisch, etwa 8 μ lang und 5,2 μ breit. Die Dauerzellen sind stets von den Heterozysten entfernt, langzylindrisch und inhaltsreich. Ihre Länge schwankt gemäss den vorgenommenen Messungen zwischen 37 und 72 μ und die Breite zwischen 4,3 und 7 μ (Abb. 1).

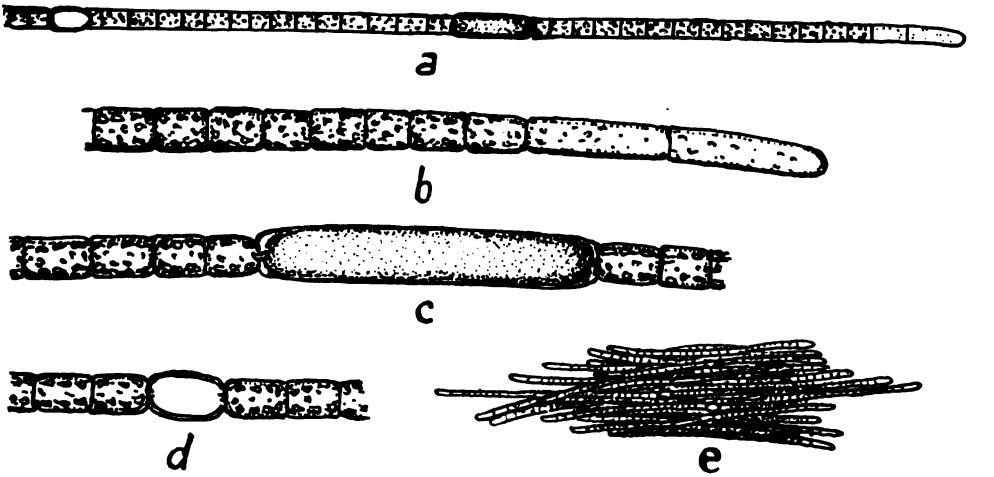


Abb. 1 *Aphanizomenon flos-aquae* var. *Klebahnii*
a Grösseres Fadenstück mit Dauerzelle und Heterozyste b Fadenende
c Fadenstück mit Dauerzelle d Fadenstück mit Heterozyste e Trichombündel

Im Jahre 1941 ist unsere Alge erstmals im Pfäffikersee nachgewiesen worden. Seither beschränkte sich ihr Vorkommen im Gewässer auf vereinzelte Individuen. In norddeutschen, dänischen und südschwedischen Gewässern tritt sie viel häufiger auf als in der Schweiz. *Aphanizomenon* bevorzugt eutrophe Gewässer, perenniert und pflegt mitunter Wasserblüten zu bilden. Die Alge soll nur im Herbst und Vorwinter Trichome ausbilden, die neben den vegetativen Zellen gleichzeitig Heterozysten und Dauerzellen aufweisen (Lemmermann).

Literatur

Messikommer, E. (1947): Eine Plankton-Invasion im Pfäffikersee. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich, *92*, S. 275.

Anmerkung der Redaktion: *Aphanizomenon flos-aquae* ist bisher auch im Greifensee nur sehr selten aufgetreten und im Herbst 1961 erstmals massenhaft. Die Vermehrung der Alge vom Sommer bis zum Herbst ist von uns für beide Seen durch Auszählen von je 1 ml Wasser aus verschiedenen Tiefen verfolgt worden; über die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit Hinweis auf die künstliche Durchmischung des Pfäffikersees soll später berichtet werden.

E. A. Thomas

Hydrodictyon reticulatum und seine Beziehung zur Saprobität im Zürichsee und in der Glatt

Von

E. A. THOMAS

(Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand: Dr. M. STAUB)

drodictyon reticulatum (L.) LAGERHEIM gehört zu den wenigen Algen, Artzugehörigkeit man schon am Fundort von blossem Auge erkennen an den eigenartigen Maschenbildungen (vgl. Abb. 1). Nach PASCHER) sind die einzelnen Zellen «lang zylindrisch, bis 1,5 cm lang. Netz frei-mmend, bis 20 cm lang», nach MIGULA (1907) «Netz bis ½ m lang wer-». Die Alge wird für langsam fliessende und stehende Gewässer als nicht bezeichnet; nach Angabe von KOLKWITZ (1950, S. 17) kommt sie gelegent-n Wasserwerkvorbecken in grossen Massen vor, wo man sie entfernen und ren muss. LINDAU (1930, S. 151) weist darauf hin, dass sie an einem Orte ich auftritt, was bei der unter günstigen Bedingungen grossen Vermeh-

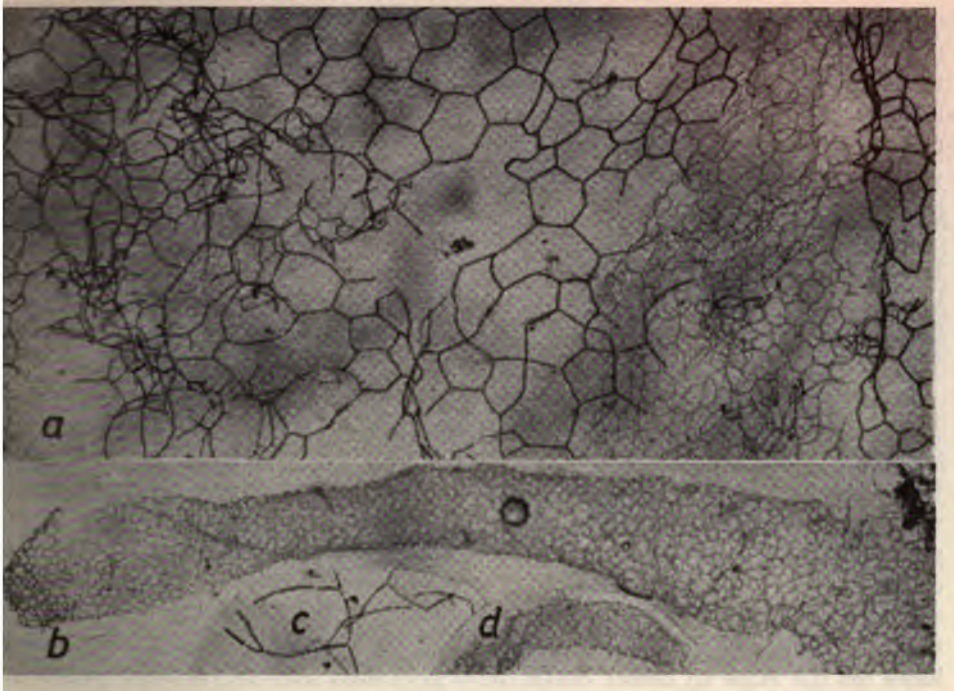


Abb. 1 *Hydrodictyon reticulatum* (L.)LAGERHEIM aus dem Zürichsee.

a Netze verschiedener Grösse, Ufer bei Pfäffikon SZ, 17. Oktober 1961
b–d Aus Zürichseeplankton von der Seemitte bei Thalwil, im Laboratorium ausgewachsen
b 5 cm langer Schlauch mit Luftblase in der Mitte
c Einzelzellen, im Begriff, sich in junge Netzschläuche zu differenzieren
d Jüngerer Netzschlauch. Alles zweifache Grösse (Photo M. WEISS)

In der Schweiz scheint die Alge bisher eher selten vorzukommen; so hat zum Beispiel unser ausgezeichneter Kenner der schweizerischen Algenflora, Dr. EDWIN MESSIKOMMER, sie bisher nicht gefunden. Für den Bodensee bei Kreuzlingen erwähnt sie KUHN (1945, S. 40).

Selbst fand ich *Hydrodictyon* erstmals am 12. Oktober 1944 anlässlich von Untersuchungen über die Ursache eines Fischsterbens in einem kleinen Stauweiher des Glattkanals, der der Kunstharzfabrik STÜDLI zur Elektrizitätsgewinnung dient. Diese Stelle liegt im Grenzgebiet der Gemeinden Hochfelden und Bülach, wenig oberhalb von Glattfelden. An den Ufern dieses Weihers, dessen grösster Durchmesser rund 50 m beträgt, schwammen die Netze von *Hydrodictyon* damals sozusagen in Reinkultur; bei vereinzelten späteren Besuchen habe ich sie nicht mehr gesehen, was aber nicht heissen will, dass sie verschwunden ist.

Ein zweites Mal überraschte mich die Alge im Zürichsee. Bei einer Fahrt zur Entnahme von Wasserproben schöpften wir in der Seemitte zwischen Thalwil

Herrliberg 40 Liter Oberflächenwasser zur Filtration durch ein Phyto-
nktonnetz. Im gewonnenen Planktonmaterial befanden sich einige Stücke
abgerissenen grünen Fadenalgen, die sich zu einem kleinen schwimmenden
äuel zusammenballten und denen ich zunächst keine Beachtung schenkte.
h drei Wochen wollte ich die Probe, die ich nicht fixiert hatte, weggiessen,
ei ich sie nochmals mit einem Blick durchmusterte. Nun aber war der In-
des Fläschchens plötzlich mit zahlreichen grösseren und kleineren Schläu-
n von *Hydrodictyon reticulatum* durchsetzt, wobei der grösste Schlauch 5 cm
ge und 1 cm Durchmesser aufwies. Diese Schläuche waren also in der
zen Zeit des Laboratoriumaufenthaltes herangewachsen (Abb. 1, b bis d).
planktische Verbreitung von *Hydrodictyon* ist somit auch in einem grossen
leicht möglich.

der Literatur (SCHROETER, 1932, MESSIKOMMER, 1954) ist diese markante
e bisher für den Zürichsee nicht aufgeführt. Es lag mir deshalb daran, ihre
ndorte auch am Seeufer kennenzulernen. Nach Abschluss einer anderen
ersuchung war es mir am 17. Oktober 1961 möglich, ihr Vorkommen an
schiedenen Stellen des linken Seeufers zu prüfen. Gleich bei der ersten
ersuchten Uferstelle fand ich die Alge dominierend in etwa 50 cm Tiefe,
chwuchert von Fäden von *Cladophora* und *Oedogonium*; es handelt sich hier
die Bucht von Pfäffikon SZ in der Nähe des Schlosses, unmittelbar beim
taurant Schiff. Bei Besichtigungen und Probenahmen in früheren Jahren
e ich die Alge an dieser Stelle nicht gefunden. Am 17. Oktober prüfte ich
er folgende Uferstellen am linken Seeufer: Bucht beim Hafen von Richters-

ctyon den genannten Autoren damals aufgefallen wäre, darf man vermuten, ss die Alge erst in neuerer Zeit im Obersee eingewandert ist.

Da *Hydrodictyon* im Saprobiensystem von KOLKWITZ (cf. 1950, S. 29) unter n Oligosaprobien aufgeführt ist – wobei allerdings auch bei den β-Mesoprobien ein Hinweis nicht fehlt –, sei hier auch auf diese Frage kurz einge-eten. Die Glatt, in der ich *Hydrodictyon* erstmals fand, ist durch die Abässer der Stadt Zürich seit langem und bis in ihren unteren Teil hin stark rschmutzt, was deutlich aus der Arbeit von WASER, HUSMANN und BLÖCH-GER (1934) hervorgeht und von unseren seitherigen, noch unpublizierten ntersuchungen bestätigt wird. Leider verfüge ich für den 12. Oktober 1944 r die Fundstelle von *Hydrodictyon* unterhalb von Hochfelden nicht über nen chemischen Untersuchungsbefund des Glattwassers, doch seien in Ta-elle 1 vergleichsweise die Angaben für einen Tag mit starker Verschmutzung 4. September 1950) und, je nach Wasserführung, einen Tag mit schwächerer erschmutzung (20. November 1950) aufgeführt; sodann untersuchten wir eine n 17. Oktober 1961 in der Bucht von Pfäffikon erhobene Wasserprobe, wäh-nd für die kaum direkt verschmutzte Fundstelle von Altendorf die üblicher-eise im Herbst im Oberflächenwasser des Obersees zu erwartenden Zahlen ufgeführt seien.

Tabelle 1 Chemismus des Wassers an drei Fundstellen von *Hydrodictyon reticulatum*

			Glatt, unterhalb von Hochfelden		Obersee, Mitte, Oberfläche	Zürichsee, Bucht von Pfäffikon SZ
			14. Sept. 1950	20. Nov. 1950	11. Okt. 1961	17. Okt. 1961
emperatur	° C		20,0	7,7	17,2	16,6
-Wert			7,5	7,5	8,4	8,3
mmoniak	mg/l	NH_3	1,4	0,2	0,02	0,10
itrat	mg/l	NO_3^-	11,8	28,2	0,4	<0,5
itrit	mg/l	NO_2^-	1,6	0,2	0,015	0,008
hosphat	mg/l	PO_4^{---}	1,4	0,25	<0,02	0,025
hlorid	mg/l	Cl^-	15,8	13,2	0,2*	1,1
MnO_4-Verbrauch	mg/l		16,3	44,7	4,58*	6,95
arbonathärte	° F		19,75	24,75	11,0	10,50
auerstoffgehalt	mg/l		10,15	9,46	10,54	9,22
-Zehrung nach 48 h	mg/l		2,51	1,32	0,77*	1,76
eimzahl pro	ml		56 300	31 250	460	—
olizahl pro	ml		290	640	0	—

Linthmündung

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, darf das für die Fundstelle am Obersee charak-ristische Wasser als kaum verschmutzt bezeichnet werden, während nach dem esamten chemischen und bakteriologischen Befund das Glattwasser an beiden ntersuchungstagen als sehr deutlich und ziemlich stark verschmutzt anzu-prechen ist. Immerhin wird dabei, nach dem Chemismus zu urteilen, die α-esosaprobe Verschmutzungsstufe noch nicht erreicht (cf. THOMAS, 1944, . 214). Am Wasser der Bucht von Pfäffikon liessen sich am 17. Oktober 1961

noch Verschmutzungsspuren nachweisen (Ammoniakgehalt, Chlorid-
, Kaliumpermanganatverbrauch, Sauerstoffzehrung), doch war auch hier
asser reiner als in der Glatt.
drodictyon reticulatum gedeiht somit in einem Nährstoff- und Verschmut-
spektrum, das sich von β-mesosaprob bis oligosaprob erstreckt. Wenn die
in der Natur nach unseren Darlegungen ein ziemlich stark verschmutz-
asser erträgt, so deckt sich diese Beobachtung mit den Erfahrungen, die
NICHEN (1925, S. 308) in Laboratoriumsversuchen machte; es gelang ihm,
lge in KNOPscher Nährlösung zu halten, sie in fünfprozentige Rohrzucker-
g überzuführen und schliesslich nach Aufbewahren im Dunkeln zur
tenproduktion zu veranlassen. Die Alge wurde von Prof. W. VISCHER,
, in Reinkultur gehalten.
das Auftreten von *Hydrodictyon* im Zürichsee mit der zunehmenden
hmutzung in Zusammenhang gebracht werden darf, lässt sich noch nicht
ltig entscheiden. Sicher ist, dass die Überdüngung des Zürichsees in den
n Jahren stets zugenommen hat und damit auch die Entfaltung vieler
, die nicht gerade katharobe Ansprüche stellen. Offenbar ist *Hydrodictyon*
lich Belichtung und Wassertemperatur anspruchsloser als die im Zürich-
uchernden grünen Fadenalgen (vor allem *Cladophora* und *Rhizoclonium*);
rmag sich deshalb im Spätherbst noch zu entwickeln, wenn die Konkur-
durch die grünen Fadenalgen bereits gering ist.

b. 2 Durch Wellenschlag aus dem Wasser geschleuderte Haufen von *Hydrodictyon* auf ersteinen bei Männedorf. Im Wasser sind flutende Massen der Alge erkennbar, im Vorder- nd allerdings verdeckt durch eine schlierenartige Schwimmschicht von *Oscillatoria rubescens.* (Photo M. WEISS.)

b. 3 Ans Ufer geworfene grüne Mahden von *Hydrodictyon* bei Männedorf; vorn rechts im Bild noch Kies vom ursprünglichen Strand; 7. November 1961. (Photo M. WEISS.)

zu grünen Mahden angehäuft. Für diese Uferstellen, die bisher im Früh–
nter übermässigen Kieselalgenentwicklungen und im Sommer unter aus–
nten Fadenalgenwucherungen zu leiden hatten, die aber im Herbst dann
lgenfrei waren, stellt das massenhafte Auftreten von *Hydrodictyon* eine
Belästigung dar (Abb. 3).

Zitierte Literatur

W. (1907): Der Obere Zürichsee. Diss. Universität Zürich, 65 S.
. (1959): Algenkunde. 482 S. Gust. Fischer Verlag, Jena.
TZ, R. (1950): Ökologie der Saprobien. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden-
nd Lufthygiene, Berlin-Dahlem, Nr. 4, 64 S. Piscator-Verlag, Stuttgart.
H. (1945): Lebenskunde der Gewässer. 1. Auflage, 168 S. Orell Füssli Verlag, Zürich.
, G. (1930): Die Algen. Zweite Abteilung. 2. Auflage, 301 S. Jul. Springer, Berlin.
OMMER, E. (1954): Die Algenflora des Zürichsees bei Zürich. Schweiz. Z. f. Hydrologie,
d. 16, S. 27—63.
1961): Eine neue Plankton-Invasion im Pfäffikersee. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges.
n Zürich, *106*, S. 448/449.
, W. (1907): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. II,
Teil. Friedrich v. Zezschwitz, Gera.
R, A. (1915): Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Chloro-
hyceae II, Heft 5. Gust. Fischer Verlag, Jena.
T, G. W. (1951): Algae of the Western Great Lakes Area. Cranbrook Institute of
cience, Bull. No. 31, 946 p.
ICHEN, W. (1925): Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Bd. 1. Hugo
ermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde.
TER, C. (1932): Die Flora des Zürichsees und seiner Ufergelände. Jahrbuch vom Zürich-
ee, S. 87—129, Buchdruckerei Stäfa AG.
, E. A. (1944): Versuche über die Selbstreinigung fliessenden Wassers; Beitrag zur
Kenntnis der Saprobienstufen. Mitt. a. Geb. Lebensmittelunt. u. Hygiene, Eidg. Gesund-

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1960/61 in einigen schweizerischen Firngebieten

48. Bericht

Von

W. KUHN

(Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt)

A. Einleitung

Bei der Organisation von Messungen auf abgelegenen Firngebieten lag die Hauptschwierigkeit von jeher in der Wahl eines günstigen Zeitpunktes. Für die Messung selbst ist gutes Wetter unerlässlich, weil Wolkenbänke die Geländemarken verdecken und damit die Feststellung der Fixpunkte vereiteln können. Anderseits möchte man mit der Frühjahrsmessung möglichst nahe an das Datum der grössten Schneehöhe, mit der Herbstmessung an dasjenige der grössten Ausaperung herankommen. Diese beiden Daten lassen sich meteorologisch nur in seltenen Fällen mit einiger Sicherheit voraussehen und variieren stark von einem Jahr zum andern.

Wenn längere Zeit unbeständiges Wetter herrscht, ist es oft fast unmöglich, an den wenigen in Frage kommenden Tagen die nötigen Mitarbeiter aufzubieten. So kam es im Herbst 1960 zu einem völligen Ausfall der Messungen auf Clariden und zu einem vorzeitigen Abbruch derselben auf Silvretta.

Das andere Extrem bilden Herbste mit nicht endenwollendem schönem Wetter wie der gegenwärtige (1961). Da kann es vorkommen, dass die zu einer normalen Zeit, das heisst um Mitte September, in den Firn gesteckten Pegel nachträglich um einen halben bis ganzen Meter ausapern, so dass die Messung für den tiefsten Firnstand nicht repräsentativ ist. Wir dürfen uns glücklich schätzen, die Stangen wenigstens so tief eingegraben zu haben, dass sie unter keinen Umständen umfallen und so für die Messung verlorengehen können.

Die nachstehend mitgeteilten Ergebnisse stammen wie gewohnt aus folgenden Quellen:

(C) Clariden: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich;
(D) Silvretta: Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos;
(E) Jungfraufirn: Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich;
(F) Berninagebiet: Dr. GIAN GENSLER, Flugwetterzentrale Zürich-Flughafen.

Den Bearbeitern der Beiträge D bis F sowie den an C beteiligten MZA-Kollegen danken wir für ihre bereitwillige Mitarbeit beziehungsweise für die freundliche Überlassung ihrer Resultate zur Publikation im Rahmen dieser Berichte. In den Dank eingeschlossen seien die SAC-Hüttenwärte auf Clariden und Silvretta, die nicht nur im Laufe des Jahres wertvolle Ablesungen beibringen, sondern auch tatkräftig bei den Frühjahrs- und Herbstaufnahmen mitwirken.

B. Witterung und Schneeverhältnisse 1960/61

Nachdem schon der September 1960 viel Niederschlag gebracht hatte, begann das hydrologische Jahr 1960/61 mit einem sehr unbeständigen Oktober und November. Winde aus allen Richtungen wechselten miteinander ab, wobei im Oktober der Föhn besonders hervortrat. Berglagen über 2000 m wurden bereits anfangs Oktober definitiv eingeschneit, und die

Schneehöhe erreichte in den beiden ersten Monaten des hydrologischen Jahres ungewö hohe Beträge. Dezember und Januar waren eher schneearm. Grosse Schneefälle erf jedoch nördlich der Alpen anfangs Februar. (Vgl. Tabelle B1, besonders Gütsch.) So ver neten die meteorologischen Stationen Gütsch und Weissfluhjoch die grösste Schneehöhe Winters schon vor Mitte Februar. Beim Gütsch ist dieses Maximum mit 480 cm ausseror lich hoch und wohl kaum für eine grössere Umgebung repräsentativ. (Vgl. hiezu Abschn Das Maximum von Weissfluhjoch (238 cm) ist dagegen als knapp normal zu bezeichnen, man es mit den sonst später eintretenden Wintermaxima des gleichen Standard-Vers feldes vergleicht. Für die Jahreszeit war jedoch auch diese Schneehöhe überdurchschn gross. Wegen der ungewöhnlich hohen Februartemperaturen wies das Mittelland d übrigens wenig Schnee auf.

Der März brachte dem Gebirge unter zwei Malen Schneefall, dazwischen aber sor und warmes Wetter, so dass die Schneehöhe nur in sehr hohen Lagen zunahm. Der gleic warme April vermochte mit seinen ziemlich häufigen, aber wenig ergiebigen Schnee einen langsamen Abfall der Schneehöhe in mittleren Berglagen nicht aufzuhalten. letzten kräftigen Zuwachs brachte der kalte, in der Ostschweiz niederschlagsreiche Ma jetzt erreichte die Säntis-Schneehöhe ihr Wintermaximum (250 cm). Die hier zitierten stationen aperten teils im Juni, teils im Juli aus.

In tieferen Firnlagen dürfte das Maximum der Schneehöhe um Mitte Mai eingetreter Während sonst im Mai der Schnee auf den Firnfeldern zu schmelzen beginnt, setzte die Ablation dieses Jahr erst nach Mitte Juni in nennenswertem Ausmass ein. Im kalte niederschlagsreichen Juli machte sie nur zögernde Fortschritte. Stärker war die Absc zung in dem zwar unbeständigen, aber relativ warmen August. Ganz aus dem Rahme Gewohnten fällt jedoch der trockene und warme Herbst 1961: vom 24. August bis zur N schrift dieses Berichtes (Mitte Oktober) herrschte mit unbedeutenden Unterbrüchen tr nes, in der Höhe sonniges Wetter. An den meisten Berg- und Talstationen war der Se ber der wärmste Monat des Jahres, was noch nie vorgekommen ist.

Die Temperatursummen dienen zur Abschätzung der Ablation. Es sei in diesem Zusammenhang an die einfache empirische Ablationsformel von Dr. TH. ZINGG erinnert:

$$A = 4{,}5 \cdot T$$

wonach die in einem gewissen Zeitraum gebildete Schmelzwassermenge in Millimetern (A) aus der für den gleichen Zeitraum und den gleichen Ort geltenden Temperatursumme (T) durch Multiplikation mit dem Faktor 4,5 erhalten wird.

Tabelle B 2 Lufttemperatur auf Bergstationen (Monatsmittel Mai–September)

M = Monatsmittel 1961 A = Abweichung vom durchschnittlichen Monatsmittel 1901—1940

Station	Gütsch		Säntis		Weissfluhjoch		Jungfraujoch	
Höhe (m ü. M.)	2287		2500		2667		3578	
	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1961	—0,2	—1,4	—1,9	—1,9	—2,4	—1,5	—8,0	—1,2
Juni	5,8	+1,4	4,3	+1,3	3,6	+1,3	—1,9	+1,7
Juli	6,0	—1,0	3,6	—1,4	3,6	—0,8	—2,8	—1,0
August	7,4	+0,2	5,2	+0,3	5,4	+0,7	—0,8	+0,9
September	8,6	+4,0	7,5	+4,8	6,8	+4,2	0,0	+3,6
Mai–September	5,5	+0,6	3,7	+0,6	3,4	+0,6	—2,7	+0,8

Tabelle B 3 Temperatursummen (Summen der positiven Tagesmittel) auf Bergstationen und Firnfeldern

Für Clariden wurden die Temperaturen von Gütsch, für Silvretta diejenigen von Weissfluhjoch und für Jungfraufirn diejenigen von Jungfraujoch der Höhe entsprechend reduziert.

Ort	Gütsch	Clariden		Säntis	Weiss-fluhjoch	Silvretta		Jung-fraujoch	Jung-fraufirn
Höhe (m ü. M.)	2287	2700	2900	2500	2667	2750	3000	3578	3350
Mai 1961	38	9	2	15	12	8	3	—	—
Juni	177	111	84	140	122	110	76	29	45
Juli	186	107	77	123	124	111	76	11	24
August	231	156	121	171	182	168	129	35	57
September	257	180	144	233	214	200	155	32	59
Mai–September	889	563	428	682	654	597	439	107	185

Tabelle B 4 Temperatursummen in der freien Atmosphäre (700 mb = etwa 3100 m) nach Radiosondierungen (berechnet von G. GENSLER)

	Payerne	München	Mailand	⅔ Mailand + ⅓ München
Mai 1961	5	1	8	6
Juni	58	53	59	57
Juli	50	40	55	50
August	83	70	97	88
September	89	105	80	88
Mai–September	285	269	299	289

Tabelle B 5 Sonnenscheindauer

a = absolut, in Stunden % M = in Prozent der maximal möglichen Sonnenscheinda
% m = in Prozent des langjährigen Mittels

	Ablationsperiode Mai–September 1961			Hydrologisches Jahr Oktober 1960–September 1961		
	a	% M	% m	a	% M	% m
Säntis	902	—	—	1766	—	—
Braunwald	914	50	106	1636	47	105
Gütsch	1072	—	—	1939	—	—
Disentis	1052	—	—	1821	—	—
Davos	998	56	113	1755	52	107
Weissfluhjoch	1055	54	—	2026	50	—
Schuls	1110	58	111	1891	54	105
St. Moritz	1076	—	—	1855	—	—

Tabelle B 6 Verteilung der täglichen Niederschläge auf die verschiedenen Richtungen des Höhenwindes (nach 700 mb-Karte vom 01 h-Tern während des hydrologischen Jahres 1960/61

D = Windrichtung (1 = Nordost, 2 = Ost, 3 = Südost, 4 = Süd, 5 = Südwest, 6 = W
7 = Nordwest, 8 = Nord, x = unbestimmt)
N = Anzahl Tage mit der betreffenden Windrichtung
n = Anzahl Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag bei der betreffenden Windrichtun
r = Niederschlagsmenge in mm pro Windrichtung
R = Totale Niederschlagsmenge des hydrologischen Jahres

D	1	2	3	4	5	6	7	8	x	Total (bzw. Mit

In Tabelle B 4 ist zu beachten, dass der September nur nördlich der Alpen wärmer war als der August; die Mailänder Sonde ergab in 3100 m Höhe im September etwas tiefere Temperaturen als diejenige von München, während sonst in allen Monaten Mailand wärmer war als München.

Die Sonnenscheindauer war nach Tabelle B 5 bei allen Vergleichsstationen etwas übernormal, und zwar sowohl im ganzen hydrologischen Jahr als auch in der Ablationszeit.

In Tabelle B 6 haben wir, wie in den letzten Jahren, eine Aufteilung der Niederschläge nach verschiedenen Richtungen des Höhenwindes vorgenommen, wobei wir diesmal die Untersuchung auch auf zwei Talstationen (Linthal-Fätschbach und Klosters) ausdehnten. Leider sind die für solche Zwecke brauchbaren Niederschlagsstationen in der Umgebung der Firngebiete nicht eben zahlreich.

Die Tabelle zeigt zunächst, dass bei den weitaus häufigsten Windrichtungen Südwest, West und Nordwest gesamthaft 70 bis 80 % aller Niederschläge fallen. Im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit sind die Nordwest- und Nordwinde hinsichtlich Niederschlag am ergiebigsten. Linthal erhält bei Nordwestwind durchschnittlich pro Tag etwas mehr Niederschlag als bei Nordwind, während für Klosters das Umgekehrte zutrifft. Dies war nicht unbedingt vorauszusehen, und es ist durchaus denkbar, dass sich diese Verhältnisse im einzelnen von Jahr zu Jahr etwas ändern. Dass Gütsch stärker als die andern Vergleichsstationen auf reinen Südwind anspricht, versteht sich eigentlich von selbst (Südstau bis zum Alpenkamm).

In den grossen Zügen bleibt das Verteilungsbild von Jahr zu Jahr dasselbe, während in den Einzelheiten Verschiebungen auftreten. Wir haben nun nicht die Absicht, diese Teiluntersuchung im Rahmen der Firnzuwachsberichte weiterzuführen; es handelt sich ja mehr um ein Problem der synoptischen Klimatologie, dem allerdings im Zusammenhang mit den alpinen Schneeverhältnissen besondere Bedeutung zukommt.

C. Clariden

Da schlechtes Wetter eine ordentliche Begehung im Herbst 1960 verhindert hatte, unternahm Hüttenwart B. Marti im Dezember allein unter schwierigen Verhältnissen eine Tour nach Clariden, wobei er aber nur wenige Teilresultate beibringen konnte; er erreichte weder den Geissbützi-Totalisator noch das obere Firnplateau, und beim unteren Messplatz musste er sich mit der Aufstellung eines neuen Pegels in einem nicht genau bestimmten Punkt begnügen; auch die Entleerung des Totalisators bei der Hütte stiess auf Schwierigkeiten, da ein Drittel des Inhaltes trotz der Chlorkalzium-Beimischung gefroren war (!). So fehlen uns zur Beurteilung des Firnzuwachses für die beiden Perioden 1959/60 und 1960/61 grösstenteils die Grundlagen. Da überdies im Firn vom Herbst 1960 her mit keiner deutlich abgegrenzten Grundschicht zu rechnen war und eine Sondierung mit Schneesonden im Frühjahr daher wenig Erfolg versprach, verzichteten wir ausnahmsweise auf eine Frühjahrsbegehung. Für die Bedienung des Geissbützi-Totalisators wäre sie ohnehin zu spät gekommen, da sein Behälter zweifellos schon im Herbst voll war. Wir können somit den Niederschlag pro 1959/60 und 1960/61 höchstens anhand der unsicheren Ergebnisse vom Hüttentotalisator und der täglichen Messungen tiefer gelegener Vergleichsstationen aus der Umgebung abschätzen. Aus diesem Grunde beginnen wir unsere Zusammenstellung mit einer Übersicht über die Niederschlagsverhältnisse (Tabelle C 1), die wir datumsmässig an die im letzten Bericht (S. 314 des Jahrganges 105 dieser Zeitschrift) publizierte anschliessen.

Der Hüttentotalisator (Altenorenstock, 2480 m ü. M.) ergab vom 9. September 1959 bis 14. Dezember 1960 267 cm Niederschlag, von da an bis 12. September 1961 145 cm. Rechnet man diese Beträge mit Hilfe der täglichen Niederschlagsmessungen aus der Umgebung auf die hydrologischen Jahre um, so ergibt sich:

1. Oktober 1959 bis 30. September 1960: 221 cm
1. Oktober 1960 bis 30. September 1961: 183 cm,

wobei diesen Zahlen nur die Bedeutung einer groben Näherung zukommt.

Für den Geissbützi-Totalisator (2710 m ü. M.), von dem, wie gesagt, keine Messungen vorliegen, ergibt sich aus einem Vergleich der in der Umgebung gemessenen

Niederschläge mit den normalen Jahressummen als wahrscheinlichste Annahme pro 1959/60 ein Niederschlag von 110 % des Normalwertes oder 380 cm, pro 1960/61 100 % oder 345 cm. Setzt man diese hypothetischen Beträge einerseits, und die für die gleichen Zeitabschnitte berechneten Temperatursummen der Bergstation Säntis (648 bzw. 731 Gradtage) anderseits, in früher berechnete, nicht publizierte Regressionsformeln ein, so findet man für den Firnzuwachs auf Clariden folgende theoretisch zu erwartende Jahresbeträge (ausgedrückt in cm Schneehöhe):

	Unterer Messplatz (2700 m)	Oberer Messplatz (2900 m)
1959/60	210	400
1960/61	155	290

Wie lassen sich damit die spärlichen Beobachtungen zusammenreimen? Für 1959/60 liegen überhaupt keine Angaben über den gesamten Firnzuwachs vor. Im Dezember 1960 grub B. MARTI beim unteren Messplatz einen Pegel 1,50 m tief ein, wobei er den Stangenfuss auf eine harte Grundschicht – vermutlich die Oberfläche von Ende August 1960 – stellte. Ein Zuwachs von 1,5 m mit etwa 60 cm Wasserwert erscheint für die Zeit von September bis Dezember 1960 durchaus möglich. Diese Schicht dürfte sich im Laufe eines Jahres etwa im Verhältnis 4:3 verdichtet haben, bei gleichzeitiger Abnahme ihrer Mächtigkeit auf etwa 110 cm. Die Ablesung am 13. September 1961 zeigte den Pegel 1,45 m tief im Firn steckend; diese Schneehöhe dürfen wir wohl als Jahreszuwachs 1960/61 ansprechen, wobei wir annehmen können, dass von dem nach Mitte Dezember 1960 gefallenen Schnee ein Rest von etwa 35 cm übrigblieb.

Dieser Befund stimmt mit dem berechneten Wert gut überein. Abstiche mit Sondierstangen in der Umgebung des Pegels ergaben mehrere Hartschneeschichten in örtlich stark streuender Tiefe, so dass sie zur Sicherung des Ergebnisses nichts beitrugen.

Grabung neben dem Pegel führte in 2,55 m Tiefe auf eine sehr harte Schicht, die aller Wahrscheinlichkeit nach dem Horizont vom Herbst 1959 entspricht.

Beim oberen Messplatz stiessen zahlreiche Sondierungen mit geringer Streuung auf eine harte Grundschicht in 4,25 m Tiefe; dabei dürfte es sich um den Horizont von Ende August 1960 handeln. Seine Tiefe ist zwar beträchtlich grösser als die berechnete, doch darf man von einer Regressionsformel wie der hier verwendeten keine grosse Treffsicherheit erwarten.

An beiden Plätzen betrug das mittlere Raumgewicht des Firnschnees in den obersten 2 bis 2½ Metern 550 kg/m³.

Zwischenablesungen liegen nur vom Hüttenpegel und vom unteren Messplatz vor (Tabelle C 2); die letzteren sind mit Vorbehalten aufzunehmen.

Tabelle C 1 **Niederschlag im Umkreis der Clariden**

F = Periode vom 1. Oktober 1960 bis 13. Dezember 1960 (Tag der Nachtragsmessung)
G = Periode vom 1. Oktober 1960 bis 13. September 1961 (Tag der Herbstmessung)
H = Hydrologisches Jahr 1. Oktober 1960 bis 30. September 1961
N = Normale Jahressumme (Mittel 1901—1940), soweit vorliegend

Ort	Höhe m ü. M.	F cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Linthal-Auen	815	33	173	175	165	106
Linthal-Fätschbach	685	38	187	190	—	—
Limmernboden	1870	35	165	166	—	—
Urnerboden	1350	30	156	158	173	91
Braunwald	1190	34	187	190	189	100
Elm	960	38	156	158	153	103
Disentis	1170	38	111	112	126	89
Gütsch	2290	35	144	145	—	—

Tabelle C 2 **Schneehöhen auf Clariden**

	Hüttenpegel (2440 m)	Unterer Messplatz (2700 m) über Horizont vom Herbst 1960 (?)
14. Dezember 1960	130	150
12. März 1961	320	375
12. Juli	100	?
24. Juli	15	275
4. August	—	250
14. August	—	190
24. August	—	210
13. September	—	145
24. September	—	75

D. Silvretta

us diesem Gebiet liegen vollständige Angaben vor mit Ausnahme derjenigen von der boje, die im Herbst 1960 nicht aufgesucht werden konnte. Wir beginnen auch hier mit · Zusammenstellung der Niederschlagsmessungen (Tabelle D 1). Der Inhalt der Totali-en wird im Frühjahr durch Abstichmessung (Höhe des Flüssigkeitsspiegels), im Herbst durch Volumenmessung bei der Entleerung bestimmt; da die Volumenmessung genauer ind alle Abstichmessungen entsprechend korrigiert worden; die Umrechnung auf das ologische Jahr erfolgt gestützt auf die täglichen Niederschlagsmessungen aus der Um-ng.

Tabelle D 1 **Niederschlag im Umkreis der Silvretta**

Vinter) = Periode vom 28. September 1960 bis 23. Mai 1961
)mmer) = Periode vom 24. Mai 1961 bis 29. August 1961
W + S = Periode vom 28. September 1960 bis 29. August 1961
= Hydrologisches Jahr (1. Oktober 1960 bis 30. September 1961)
= Normale Jahressumme (Mittel 1901—1940), soweit vorliegend

	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
sfluhjoch	2540	76	43	119	122	114	107
s	1560	68	30	98	95	100	95
ers	1200	87	40	127	124	128	97
ntönien	1460	89	43	132	129	138	94
ı	1430	50	24	74	72	74	97
ls	1250	54	27	81	78	71	110
alisatoren:							
lovai	1360	89	49	138	136	—	—
etta-Hütte	2370	96	46	142	140	146	96
etta-Vorfeld	2460	116	58	174	172	—	—

eissfluhjoch und Schuls haben im ganzen hydrologischen Jahr 1960/61 etwas über-ıale, alle andern Stationen leicht unternormale Niederschlagsmengen aufzuweisen. Die len ersten Blick befremdliche Tatsache, dass die Niederschlagssumme beim Übergang der Gletscher-Messperiode G zum hydrologischen Jahr H einzig auf Weissfluhjoch zu-nt, an allen andern Vergleichsstationen dagegen abnimmt, hat eine reelle Ursache enschauer auf Weissfluhjoch am 3. September 1961).

Ergebnisse der Frühjahrs- und Herbstmessungen auf dem Firn sind in Tabelle D 2 nengestellt. Die beim Vorfeld angegebene Schneehöhe wurde als Mittelwert aus 80 abstichen erhalten. Auf dem Firn dagegen konnte die Schneehöhe nur durch Grabung den Ocker bestimmt werden, da die Grundschicht weicher als Ende September 1960 shalb für Sondenabstiche ungeeignet war.

Tabelle D 2 **Firnzuwachs auf Silvretta seit 27. September 1960**

	Höhe m ü. M.	Schneehöhe cm	Mittleres Raumgewicht kg/m³	Wasserwert cm
Mai 1961				
	2460	303	456	138
r Pegel	2750	419	442	185
August 1961				
r Pegel	2750	137	540	74

Pegelablesung vom 11. April 1961 zeigt, dass die Schneehöhe von da bis 24. Mai um gestiegen ist. Der Wasserwert dieses Frühjahrsschnees betrug (beim unteren Pegel wie auf dem Vorfeld) 27 cm, wovon 5 cm auf Neuschnee entfiel, der kurz vor der Be- gefallen war.

untere Pegel ist innerhalb eines Jahres um 7 m nach Westen gewandert.

den Zustand des Gletschers schreibt Dr. Th. Zingg: Die Randpartien sind stark zu- wichen, die Zunge bei der Kontrollmarke seit Herbst 1960 um 2 m. Am rechten Ufer ein neues grosses Gletschertor gebildet. Das Gletscherseelein ist bei gleicher Spiegel- inger als früher und entwässert nach rückwärts unter den Gletscher. Das Toteis ist ingesunken. Bis zu einer Höhe von 2600—2650 m ist der Gletscher zurzeit (Ende August

F. Berninagebiet

Tabelle F **Firnzuwachs im Berninagebiet am 7. September 1961**

a) nach Fernrohrbeobachtungen von Samaden aus:

	Höhe m ü. M.	Zuwachs seit Sept. 1960 m	Zuwachs seit Sept. 1959 m
Vadretin Misaun	3010	0,9	—
Rosatschgletscher	3100	1,5	—
Piz Palü	3850	3,0	7,0
Chalchagn-Gipfel	3130	1,8	2,8
Persgletscher	3220	2,5	4,2
Morteratsch	3450	2,8	5,0
b) nach Abstichen an Ort und Stelle:		cm	cm
Diavolezzafirn	2965	170	320*
Corvatschgletscher	3280	225	370

* stark streuend

Im Vergleich zu den andern in diesem Bericht zitierten Firngebieten weist das Berninagebiet – wenn man seine Höhenlage in Betracht zieht – geringe Zuwachse auf. Dieser Unterschied ist vor allem auf seine Trockenheit zurückzuführen: vom Januar an waren praktisch alle Monate im Engadin wesentlich trockener als auf der Alpennordseite; dies gilt namentlich auch von dem nördlich der Alpen und auf dem Alpenkamm so schneereichen Februar.

Die Firngrenze befand sich auf annähernd horizontaler Eisunterlage (Persgletscher) anfangs September in 2820—2840 m; auf steilen, nach Norden abfallenden Gletscherzungen lag sie in 2560 m, an Ost- und Südosthängen in rund 3150 m. Die Ausaperung auf eisfreiem Gelände war derjenigen des Vorjahres sehr ähnlich und somit gegenüber dem Durchschnitt (seit 1935) stark im Rückstand. Ähnlich war der Zustand ferner im September 1951 sowie in den Herbsten 1936 und 1940. Er lässt sich vergleichen mit dem Zustand Ende Juni (!) 1945, 1947 und 1949. Seit 1935 hatte kein September eine geringere Ausaperung aufzuweisen. Inzwischen, das heisst bis Mitte Oktober 1961, wird nun allerdings noch manches Schneefeld zusammengeschrumpft oder verschwunden sein.

G. Résumé 1960/61

Im Winterhalbjahr zeichneten sich die Monate Oktober 1960 und Februar 1961 (letzterer nur nördlich des Alpenkammes) durch grossen Schneereichtum aus. Die eigentlichen Wintermonate brachten zwar häufige, aber wenig ergiebige Schneefälle. Die Ablation begann erst Mitte Juni, dauerte aber mit Unterbrüchen bis in den Oktober hinein an. Von Ende August bis Mitte Oktober herrschte fast ununterbrochen sonniges, warmes Wetter. Die Firnzuwachse waren bei der Herbstaufnahme auf allen hier besprochenen Gletschern überdurchschnittlich, dürften aber nach der Messung in tieferen Lagen noch erheblich zurückgegangen sein.

16. Jahresbericht
Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1960

Naturschutzkommission bemühte sich wie im Vorjahre darum, ein Verzeichni
Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Be
ung mit den erforderlichen Gutachten für den Schweizerischen Naturschutzbun
rbeiten. Der besondere Schutz dieser wissenschaftlich bedeutungsvollen Objekte sol
in einer Eingabe an den Regierungsrat des Kantons Zürich empfohlen werden. Nach
ie Vorarbeiten abgeschlossen sind und die Eingabe an den SBN bereits erfolgt ist,
die Naturschutzkommission von zahlreichen Kennern der Objekte in überaus ver
nswerter Weise unterstützt wurde, möchten wir auch in den Mitteilungen unserer
forschenden Gesellschaft darüber berichten, so dass sich hier weitere Angaben er
n.

weiteren befasste sich die Naturschutzkommission mit den Vorbereitungen für eine
rschutzverordnung für den Kanton Zürich. Herr Dr. GRABER hat
ommission bereits einen Entwurf als Diskussionsgrundlage vorgelegt. Der Regierungs
schluss vom 22. Dezember 1960 über den Natur- und Heimatschutz macht die Fort
g unserer Vorbereitungsarbeiten nicht überflüssig, denn es handelt sich darum, in
zukünftigen Verordnung den wissenschaftlichen Erfordernissen und Begründunge
turschutzes vermehrte Geltung zu verschaffen.

Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Bund für Naturschutz, dem Zürcherische
schutzbund und namentlich der Fachstelle für Natur- und Heimatschutz des kantona
ochbauamtes war sehr erfreulich. Zahlreiche Anfragen nicht wissenschaftlicher Art
n an diese Stellen weitergeleitet werden, was unsere Kommission nicht nur entlastet,
n ihr in den wissenschaftlichen Belangen des Naturschutzes
ermehrtes Gewicht verleiht.

verschiedenen Gemeinden und den kantonalen Behörden wurden neue Natur
tzobjekte geschaffen, welche grossenteils auch ein wissenschaftliches Interesse
und von denen wir daher dankbar Kenntnis genommen haben:

Zürcherische Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung

1. Einleitung

Von

HANS LEIBUNDGUT

Die Vorstände der Schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz und des Schweizerischen Bundes für Naturschutz haben im Jahre 1955 beschlossen, ein Verzeichnis von Landschaften und Naturdenkmälern aufzustellen, welche zum Wohle des ganzen Landes unbedingt erhalten werden müssen. Die Naturschutzkommissionen der Naturforschenden Gesellschaften und die Sektionen der Vereinigung für Heimatschutz wurden deshalb eingeladen, Objekte auszuwählen und vorzuschlagen.

Nachdem seit einigen Jahren im Kanton Zürich eine Sektion des Schweizerischen Bundes für Naturschutz besteht, welche sich allgemeine naturschützerische Ziele setzt, durfte sich die Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf die Auswahl der Objekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung beschränken. Damit sollte jedoch der Wert regional oder lokal bedeutsamer oder der aus rein ästhetischen, ideellen und namentlich sozialen Erwägungen schutzwürdigen Objekte nicht als zweitrangig dargestellt werden, denn in unserem stark industrialisierten und dicht besiedelten Kanton ist ein allgemeiner und umfassender Landschafts- und Naturschutz längst von allergrösster Wichtigkeit. Unsere Vorschläge erstrecken sich ausschliesslich auf Objekte, welche in gesamtschweizerischer Betrachtung wissenschaftlich unersetzbar erscheinen oder für die Zürcher Hochschulen eine ganz besondere Rolle spielen.

Für jedes vorgeschlagene Objekt wurde ein wissenschaftliches Gutachten ausgearbeitet, so für

die Sihllandschaft bei Hütten, Schönenberg, Hirzel;
das Neeracher Ried;
die Maschwander Allmend;
das Robenhauser Ried;
einen Teil der Albiskette und des Reppischtales;
den Katzensee;
den Rheinfall;
die Lägernkette mit einzelnen besonderen Schutzobjekten;
die Drumlinlandschaft bei Wetzikon.

Diese Gutachten dürften von allgemeinem Interesse sein und werden deshalb in etwas gekürzter Form veröffentlicht. Wir möchten damit die wichtigsten, aus

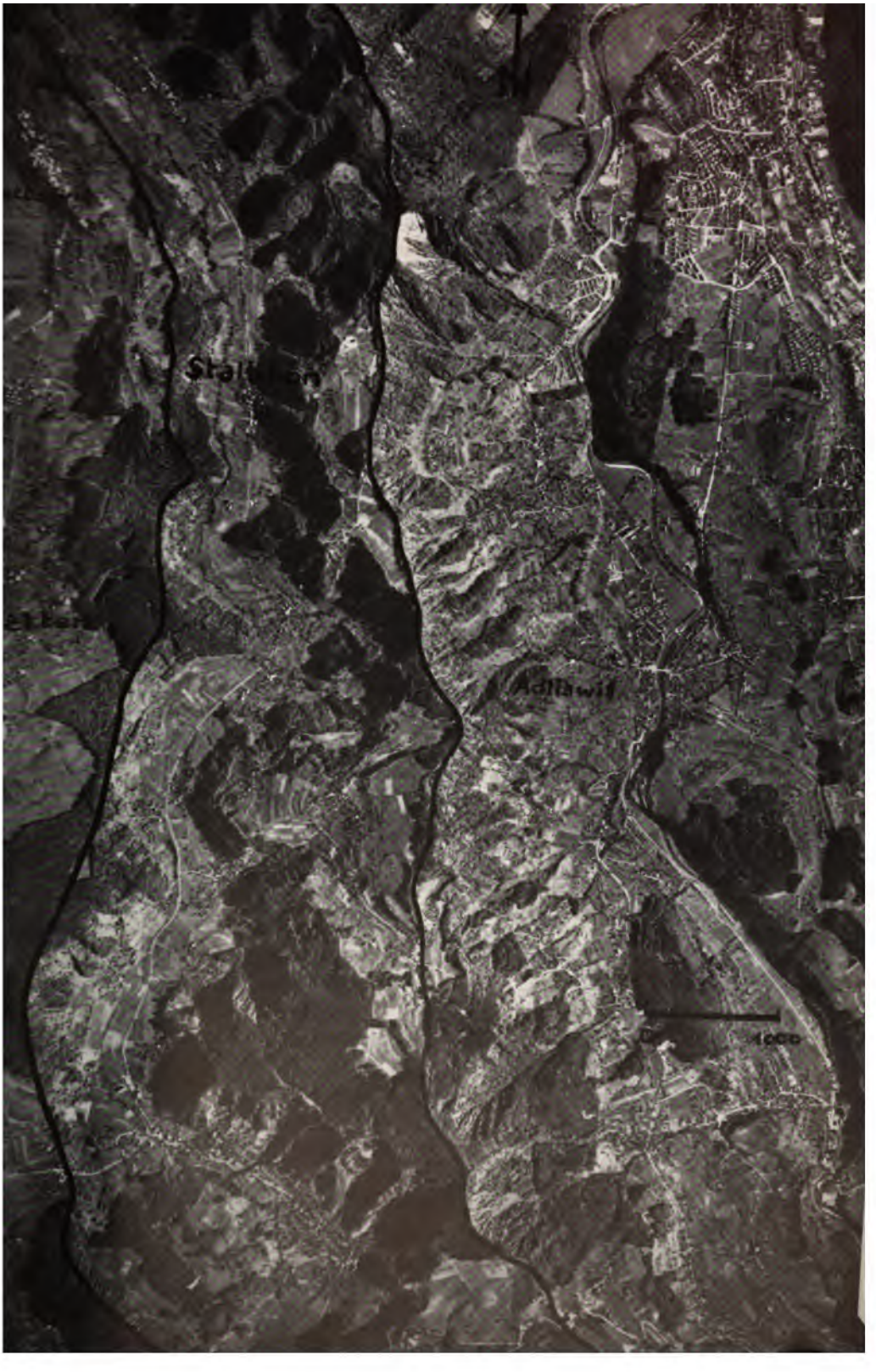
nschaftlichen Gründen besonders schutzwürdigen Objekte hervorheben, ren weiteren Erforschung einladen und auch ersuchen, zusätzliche Schutz- te vorzuschlagen, welche regional von wissenschaftlicher Bedeutung sind, ntlich auch für den Naturkundeunterricht an den Mittelschulen. Die kan- en Behörden sollen in einer weiteren Eingabe auch auf diese Objekte auf- sam gemacht werden.

erneutes und vermehrtes Interesse aller Naturwissenschafter für die ge des Naturschutzes ist dringend und entscheidend geworden. Die Natur nach wie vor den Forschungsgegenstand der Naturforschung. Der Natur- z dient also der Bewahrung ihrer Forschungsgrundlage überhaupt und somit im ureigensten Interesse der Naturforschung, ganz abgesehen von heutigen Verpflichtung, das richtige Mass von Ausnützung, Umwandlung Bewahrung der Natur finden und einhalten zu helfen.

2. Das Naturschutzgebiet Albiskette–Reppischtal

Von

HANS LEIBUNDGUT, Zürich


Adilawit
1000

gungsgrade in diesem noch wenig beeinflussten Tal bewirkt zudem, dass wohl nirgends im ganzen schweizerischen Mittelland ein so reiches Mosaik von natürlichen Pflanzengesellschaften besteht.

Die Vegetation der Albishänge ist gekennzeichnet durch den montanen Buchenwald, der in verschiedenen Ausbildungen weit ins Mittelland vorstösst. Auf flachen Rücken und in Mulden vermag sich der Eichen-Hagebuchenwald in trockenen und feuchten Untergesellschaften auszubilden. Daneben sind der submontane Ahorn-Eschenwald, der Bacheschenwald, der eibenreiche Steilhang-Buchenwald, der Pfeifengras-Föhrenwald mit Waldföhre und Bergföhre, auf kleinen Flächen der Sumpfföhrenwald und der staudenreiche Schwarzerlenwald gut ausgebildet. Unberührte Hangmoore sind noch in grosser Zahl vorhanden.

Ausser den Arten der erwähnten Waldgesellschaften finden wir zahlreiche Glazialrelikte, wovon die bestandesweise vorkommende Bergföhre besonders zu erwähnen ist. Wir verzeichnen rund achtzig natürlich vorkommende Holzgewächse sowie eine ausserordentlich artenreiche Krautschicht, worunter viele im Mittelland sonst seltene Arten, namentlich Orchideen, beachtenswert sind.

Die Wälder bedecken im Reppischtal zwischen Türlersee und Landikon 50 Prozent der Gesamtfläche. Es handelt sich also um ein stark bewaldetes Gebiet. Dabei sind diese Wälder durch menschliche Einflüsse in ihrer Zusammensetzung nirgends wesentlich verändert worden, was ebenfalls als seltene Ausnahme für das Mittelland zu verzeichnen ist (Abb. 1).

Wie die Vegetation ist auch die Fauna ausserordentlich artenreich. Namentlich die Insekten, die Reptilien und die Vogelwelt zeigen ein überaus breites Artenspektrum. Neben Arten des Mittellandes und der Vorberge treten an den warmen Südhängen manche Arten auf, welche sonst nördlich der Alpen sehr selten sind.

Das Reppischtal darf daher jedenfalls als eines der naturwissenschaftlich interessantesten und reichsten Gebiete des ganzen nördlichen Mittellandes bezeichnet werden. Wenn dabei berücksichtigt wird, dass dieses Gebiet in unmittelbarer Nähe der Universität Zürich und der Eidgenössischen Technischen Hochschule mit ihren zoologischen, entomologischen, botanischen und forstlichen Instituten liegt, muss dessen möglichst ungestörte natürliche Erhaltung zweifellos als von grosser wissenschaftlicher Wichtigkeit und als Naturschutzaufgabe von nationaler Bedeutung bezeichnet werden. Dazu kommt, in Verbindung mit der ganzen Albiskette, dessen soziale Bedeutung als Erholungsraum eines der dichtest besiedelten Gebiete der Schweiz.

Wissenschaftliche und soziale Erwägungen haben dazu geführt, dass grosse Teile der Albiskette und des Reppischtales bereits geschützt sind. Das Pflanzenschutzgebiet «Ütliberg» (Regierungsratsbeschluss vom 14. Dezember 1959) ist das grösste Pflanzenschutzgebiet des ganzen Mittellandes. Seit 1944 besteht eine Schutzverordnung für den Türlersee und seit 1953 für das Gebiet des Albispasses. Es liegt daher nahe, auch das zwischen den bestehenden Schutzgebieten liegende Areal unter Einbeziehung der linken Reppischtalflanke, welche als

Schattenhang ganz andere ökologische Bedingungen aufweist als der Sonnenhang, in das als von nationaler Bedeutung bezeichnete Schutzgebiet einzubeziehen. Dieser Schutz sollte vor allem im bezeichneten Gebiet bewirken:

die Verhinderung jeder grundlegenden Veränderung des Landschaftscharakters;

die Erhaltung der Naturwälder und Hangmoore;

den Schutz der Tier- und Pflanzenwelt.

Um so mehr, als hier voraussichtlich den Naturschutzbestrebungen vorläufig keine zwingenden technischen Notwendigkeiten zur Veränderung des Landschaftscharakters und der natürlichen Verhältnisse entgegenstehen und wie kaum anderswo wissenschaftliche und soziale Interessen in gleich hohem Masse ins Gewicht fallen, ist zu hoffen, dass von seiten der Regierung des Kantons Zürich und der Gemeinden mit einem grossen Verständnis gerechnet werden darf.

3. Das Naturschutzgebiet Katzensee

Von

ELIAS LANDOLT, Zürich

I. Bedeutung

Die Katzenseen sind Moränenseen mit Grundwasserspeisung und bilden mit den umliegenden Wäldern und Mooren eine vom Menschen noch relativ wenig berührte Gegend von grossem landschaftlichem Reiz und wissenschaftlichem Interesse. Besonders eindrücklich ist die Vielfalt der Sumpf- und Waldvegetation inmitten intensiver landwirtschaftlicher Kulturen und in unmittelbarer Nähe der dicht besiedelten Stadt (Abb. 1). Mögen an manchen Orten im Mittelland einzelne der Pflanzengesellschaften besser ausgebildet sein, so gibt es doch kaum ein zweites Gebiet, wo von offenen Wassergesellschaften, Quell- und Flachmooren bis zu Moorwäldern und Hochmooren fast alle bei uns möglichen Nassbodengesellschaften auf kleinem Raum vorhanden sind. Das Katzenseegebiet stellt darum ein einzigartiges Schulbeispiel dar für Seenverlandung und Moorentwicklung (Abb. 2). Mit über 600 Arten von Blütenpflanzen ist das weitere Katzenseegebiet für seine Ausdehnung äusserst artenreich. Wenn auch einzelne der früher gesammelten Arten heute im Gebiet nicht mehr vorkommen, so ist doch im gesamten der Bestand an Sumpf- und Wasserpflanzen erstaunlich reichhaltig geblieben. Im Anhang werden die bemerkenswerten und selteneren im Gebiet aufgefundenen Blütenpflanzen angeführt. Da das Gebiet von mir nicht systematisch untersucht wurde, mag sehr wohl ein grosser Teil der in den letzten Jahren nicht mehr beobachteten Pflanzen noch vorhanden sein. Entsprechend

ichen Artenzahl bei Blütenpflanzen sind auch Kryptogamen sowie Tiere nders Insekten, Spinnen und Vögel) sehr reich vertreten.
h der Zerstörung vieler Moore im Mittelland, besonders im Glattal und oten herum, kommen verschiedene Pflanzen (zum Beispiel *Viola stagnina* *Orchis palustris* Jacq., *Utricularia Bremii* Heer) in der östlichen Schweiz ur noch im Katzenseegebiet vor, eine Tatsache, die die nationale Bedeues Gebietes unterstreicht (Abb. 3 und 4).

II. Heutiger Zustand und Bedrohung des Gebietes

das ganze Gebiet besteht eine Schutzverordnung der kantonalen Regieom 12. Juli 1956. Die Hauptgefahren (abgesehen von einer direkten Überg des Gebietes) für die Vegetation sind die folgenden:
Schuttablagerung. An verschiedenen Orten wird Schutt in die gebiete abgelagert und die dort bestehende Vegetation zerstört.
Weekendhäuser. Besonders im Hänsiried sind zahlreiche Weekendnen entstanden, die nicht nur das landschaftliche Bild beeinträchtigen, n auch durch Auffüllungen, Anlegen von Gärten und Seerosenkulturen türliche Vegetation stören oder gewaltsam verdrängen.
Landwirtschaftlicher Einfluss. Gebiete, die landwirtschaftenig ertragbar sind, werden aufgeforstet oder melioriert.
Ausflugsverkehr und Badebetrieb. Durch das häufige Beder See- und Moorgesellschaften wird die natürliche Lebensgemeinschaft lanzen und Tiere gestört und manche Art zurückgedrängt oder ganz aus-

Abb. 1 Das Naturschutzgebiet Katzensee; die Stadtgrenze geht mitten durch die beiden Seen. (Aufnahme der Eidg. Landestopographie vom 28. Juni 1957.)

landschaftliche Schönheit und vielfältige Vegetation des Katzenseegebietes zu wahren. Die Bestimmungen für die Zonen I und II müssen allerdings rigoros durchgeführt werden. Es ist namentlich zu verhindern, dass weiter Schutt abgelagert wird; die bisherige Bewirtschaftung darf nicht verändert werden und der Badebetrieb muss auf das heutige Strandbad beschränkt bleiben. Um die durch häufiges Betreten und den Badebetrieb gefährdete Reichhaltigkeit der Ufergebiete zu erhalten, sollten einzelne kleinere Uferparzellen mit Betretverbot belegt werden.

In erster Dringlichkeit müssen indessen eine wirksame Betreuungs- und Überwachungsorganisation aufgezogen und die finanziellen Mittel für die Ablösung der nicht in Staats- oder Gemeindebesitz liegenden Grundstücke innerhalb der Schutzzonen sichergestellt werden.

Abb. 2 Kleiner oder «oberer» (nordöstlicher) Katzensee. Blick vom Südufer gegen Norden. Im Vordergrund sieht man eine Knopfbinsenwiese (Schoenetum), die mit ihrem relativ kurzen, artenreichen Rasen den grössten Teil des kleinen Sees landeinwärts der Verlandungszone in charakteristischer Weise umgibt; September 1946.
(Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt.)

Anhang

Liste der bemerkenswerteren und selteneren Sumpf- und Wasserpflanzen, die aus dem Katzenseegebiet angegeben wurden

Pflanzen, die von mir noch in den letzten Jahren beobachtet wurden, sind mit * bezeichnet

Ophioglossum vulgatum L.
**Typha latifolia* L.
**Sparganium ramosum* Huds.
Sparganium simplex Huds.
**Sparganium minimum* Fries
**Potamogeton densus* L.
Potamogeton pusillus L.
**Potamogeton coloratus* Vahl
**Najas marina* L.
**Triglochin palustris* L.
Scheuchzeria palustris L.
**Agrostis canina* L.
**Calamagrostis lanceolata* Roth.
**Sieglingia decumbens* (L.) Bernh.
**Glyceria fluitans* (L.) R. Br.
**Carex dioeca* L.
Carex pulicaris L.
**Carex disticha* Huds.
Carex chordorrhiza L.
**Carex paradoxa* Willd.
**Carex echinata* Murray
**Carex vulpina* L.
Carex leporina L.
**Carex elongata* L.
**Carex pallescens* L.
Carex pilulifera L.
**Carex diandra* Schrank
Carex limosa L.
**Carex fusca* All.
**Carex gracilis* Curtis
**Carex Hostiana* DC.
**Carex flava* L.
**Carex lepidocarpa* Tausch
**Carex Oederi* Retz
**Carex lasiocarpa* Ehrh.
**Carex Pseudocyperus* L.
**Rhynchospora alba* (L.) Vahl
Rhynchospora fusca (L.) Aiton
**Schoenus nigricans* L.
**Cladium Mariscus* (L.) Pohl
Isolepis setacea (L.) R. Br.
**Blysmus compressus* (L.) Panze
Eleocharis acicularis R. Br.
**Eleocharis pauciflora* Link.

ıris palustris R. et Sch.
ıris uniglumis Link.
ɔhorum alpinum (L.) Pers.
orum vaginatum L.
orum gracile Roth.
ıs flavescens DC.
ıs fuscus L.
alpinus Vill.
bulbosus L.
trisulca L.
ıudacorus L.
:hes aestivalis (Lam.) Rich.
tis palustris Crantz
latifolia L.
palustris Jacq.
Loeselii (L.) Rich.
epens L. s. l.
urita L.
num Bistorta L.
num amphibium L.
num mite Schrank
num minus Huds.
ia graminea L.
nodosa Fenzl
aea alba L.
r luteum (L.) Sm.
phyllum demersum L.
:ulus sceleratus L.
:ulus Lingua L.
rum flavum L.
ı rotundifolia L.
ı anglica Huds.
sia palustris L.
um palustre L.
ıliginosus Schkuhr
us palustris L.
la amarella Crantz
hyllum verticillatum L.
**Hippurus vulgaris* L.
Callitriche hamulata Kütz.
Callitriche stagnalis Scop.
Callitriche cophocarpa Sendtner
Hypericum humifusum L.
**Hypericum acutum* Mönch
**Hypericum Desetangsii* Lamotte
**Hydrocotyle vulgaris* L.
Cicuta virosa L.
Sium erectum Huds.
Oenanthe aquatica (L.) Poiret
**Peucedanum palustre* Hoffm.
**Pyrola minor* L.
**Oxycoccus quadripetalus* Gilib.
**Andromeda polifolia* L.
**Viola stagnina* Kit.
**Viola palustris* L.
**Lycopus europaeus* L.
**Scutellaria galericulata* L.
**Menyanthes trifoliata* L.
**Veronica Anagallis-aquatica* L.
Veronica scutellata L.
**Pedicularis palustris* L.
Utricularia vulgaris L.
**Utricularia neglecta* Lehm.
Utricularia intermedia Hayne
**Utricularia minor* L.
**Utricularia Bremii* Heer
**Pinguicula vulgaris* L.
**Galium boreale* L.
**Galium uliginosum* L.
**Galium elongatum* Presl.
**Galium palustre* L.
**Gnaphalium uliginosum* L.
**Senecio paludosus* L.
Bidens cernuus L.
**Taraxacum palustre* (Lyons) Symons
**Crepis paludosa* (L.) Mönch

Abb. 3 Grosser oder «unterer» (südwestlicher) Katzensee. Blick vom Nordufer gegen Südosten. Im Hintergrund ist das Strandbad erkennbar; September 1946.
(Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt.)

Abb. 4 Landzunge zwischen den beiden Katzenseen. Der von einem breiten Schilfgürtel umsäumte Föhren-Birken-Moorwald wird in der Mitte von einem künstlich erweiterten Verbindungsgraben durchbrochen. Er bildet im südlichen Teil ein Totalreservat, während der nördliche Teil zur Strafanstalt Regensdorf gehört; September 1946.
(Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt.)

4. Naturschutzgebiet Neeracher Ried

Von

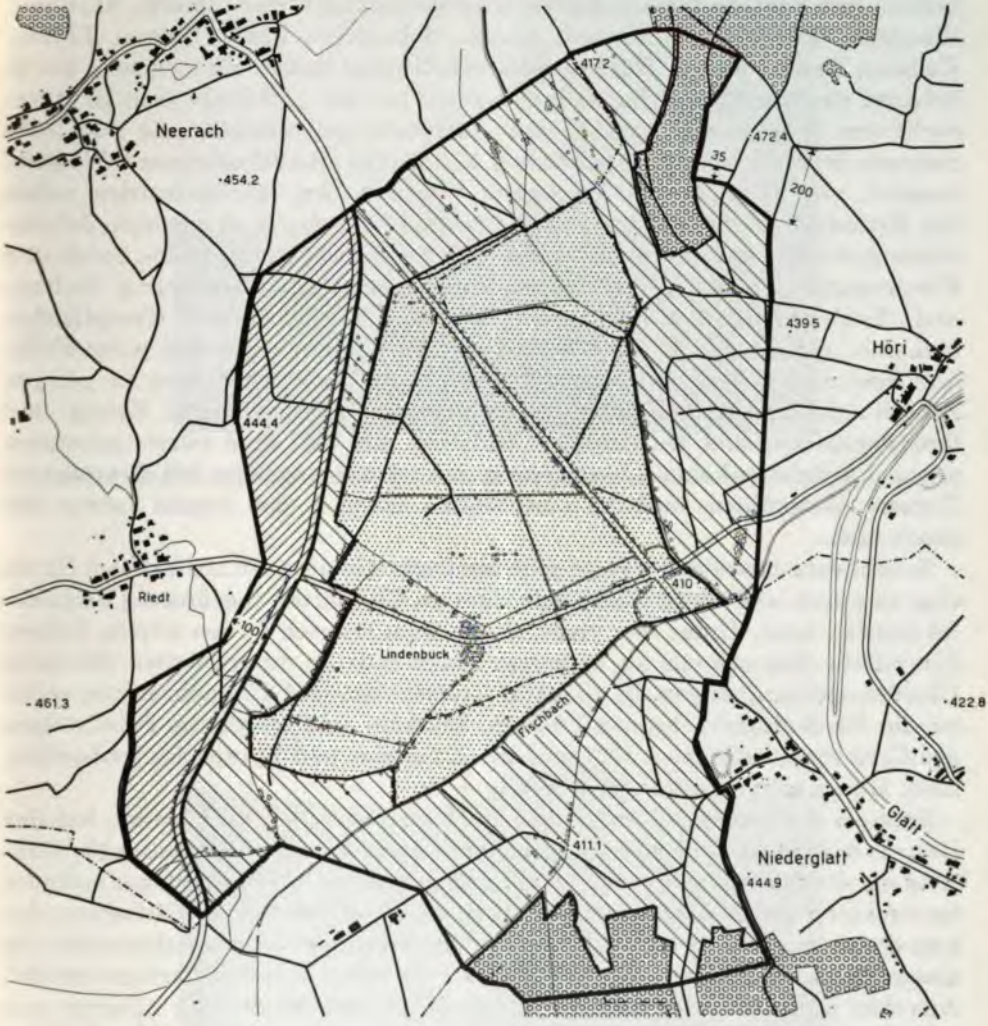
JULIE SCHINZ, Zürich, Obmann des Neeracher Riedes

s 105 ha umfassende Neeracher Ried ist das letzte ausgedehnte Flachmoor antons Zürich (Abb. 1 und 2).

ragmitetum, Scirpetum, Caricetum elatae, Molinietum und Filipenduletum nen in grossen, reinen Beständen vor, zeigen aber auch alle Übergangs- n mit typischen Begleitpflanzen. Neben vielen anderen Seggen dehnt sich *elata* All. in weitem Umkreis aus. *Eleocharis palustris* (L.) R. et S. ssp. *uni*, *s* (Link) Volkart, *Scirpus lacustris* L., *Schoenus nigricans* L. sind an mehr weniger ausgedehnte, bestimmte Standorte gebunden. Die seltene Binsen- ide, *Mariscus Cladium* (Sw.) O. Kuntze (Abb. 3) hat sich prächtig ent- lt und bezieht immer mehr Flächen. Auffallend verbreitet ist das gelb- nde *Senecio paludosus* L., *Menyanthes trifoliata* L. und *Eriophorum an- olium* Roth, die beide dem Untergang geweiht waren, haben sich gut er- *Ranunculus lingua* L., *Sparganium erectum* L. und *S. minimum* Fries n und tragen Früchte. *Utricularia vulgaris* L. blüht, wenn auch selten, in räben. *Iris pseudacorus* L. gedeiht gut, während *Iris sibirica* L. vollständig *Inula salicina* L., hat sich erfreulicherweise vermehrt.

gesamte Flora und Fauna sind untrennbar miteinander verbunden, aber ngig von der Bewässerung. Nur wenn das Neeracher Ried regelmässig ge- nd und zur rechten Zeit künstlich bewässert wird, wenn die Streue eben- regelmässig geschnitten und weggeführt wird, kann es uns als Flachmoor ten bleiben. Je früher und länger, je intensiver zu bestimmten Zeiten be- rt wird, desto mehr Vogelarten stellen sich nebeneinander und nachein- zu kürzerem oder längerem Aufenthalt ein, der in gewissen Fällen tage-

Verordnung zum Schutze des Neeracherriedes vom 19. Juli 1956
Zonenplan

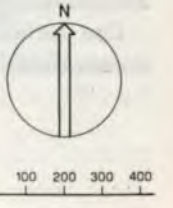


1. Zone: Bauverbot, 105 ha
2. Zone: Nur landwirtschaftliche Bauten zulässig, 140 ha
3. Zone: Bauten zulässig mit Bewilligung, 35 ha
4. Zone: Wald, 20 ha

Grenze des Verordnungsgebietes, total 300 ha

Gemeindegrenzen

Einzelbäume und grössere Sträucher, Baum- und Strauchgruppen



Unter den vielen rastenden Gästen im Frühling seien nur wenige hervorgehoben. Purpur-, Nachtreiher und die Grosse Rohrdommel wurden mehrmals beobachtet. Der scheue Zwergreiher brütet Jahr um Jahr im dichten Rohrkolben- und Schilfbestand. In kalten Wintern suchten Grau-, Zwerg-, Saat- und Blässgans das Schutzgebiet auf. Krick-, Schnatter-, Pfeif-, Spiess-, Löffel-, Kolben-, Tafel-, Moor-, Reiher- und Schellenten stellen sich einzeln bis in Scharen ein. Stock- und Knäckente brüten, bei der Löffelente liegt Brutverdacht vor. In ansehnlicher Zahl sind die Raubvögel vertreten, die ihre Nahrung aus dem Neeracher Ried beziehen. Schelladler, Rauhfussbussard, Wespenbussard, vier Weihenarten, Fischadler, Wanderfalke, Merlin werden neben den Brutvögeln des Schutzgebietes und seiner Umgebung zu gewissen Jahreszeiten gesehen. Gross ist die Zahl der Watvögel – Limicolae: Gold-, Sand- und Flussregenpfeifer, Sichel- und Alpenstrandläufer, Knutt, Sanderling, Stelzen- und Teichwasserläufer sind seltenere Gäste, währenddem Kampfläufer, Dunkler-, Bruch- und Waldwasserläufer, Rot- und Grünschenkel jeden Frühling beobachtet werden können. Kiebitz und Bekassine brüten in einigen Paaren auf trockeneren Stellen des Caricetums. Herings-, Sturm-, Zwerg- und Dreizehenmöwe sind Durchzügler, während seit 1947 eine zweite schweizerische Lachmöwenkolonie herangewachsen ist mit ungefähr 500 Brutpaaren. Trauer-, Weissflügel- und Bartseeschwalbe haben in den letzten Jahren zugenommen.

Es gibt verschwindend wenige schweizerische Gebiete, wo auf kleinem Raum eine so grosse und stetig wachsende Zahl an Vogelarten regelmässig beobachtet werden kann. Unter den vielen Singvögeln hat sich in den letzten Jahren der seltene Rohrschwirl zu längerem Aufenthalt im ausgedehnten *Mariscus Cladium*-Bestand eingestellt (Brut?). An Bächlein und Tümpeln rasten regelmässig Blaukehlchen, während Schaf-, Masken- und Nordische Schafstelzen das Caricetum aufsuchen. 1927 wurden 70 Spezies und Subspezies beobachtet, 1960: 122, im ganzen bisher 206.

Seitdem die Lachmöwe in grosser Zahl im Neeracher Ried brütet, hat der Besuch der Bevölkerung gewaltig zugenommen. Nestbau, Brutgeschäft, Führung der Jungen können von der Fahrstrasse Niederglatt–Neerach aus mühelos beobachtet werden. Das Neeracher Ried ist zu einem wahren Refugium der gehetzten, nervösen Stadtbevölkerung geworden, die hier familienweise bei einem Stück «Urlandschaft» ihre Freizeit, ihre Sonn- und Feiertage verlebt. Aus dem Lärm und Getriebe der Großstadt, aber auch aus der näheren und weiteren Umgebung, aus anderen Kantonen, ja selbst aus dem Ausland stellen sich Besucher ein, sowohl Botaniker wie Ornithologen. Naturschutz ist zum Menschenschutz geworden!

Die nationale Bedeutung des Naturschutzgebietes Neeracher Ried steht ausser Zweifel.

Abb. 2 Der Lindenbuck im Naturschutzgebiet Neeracher Ried. (Photo JULIE SCHINZ.)

Abb. 3 *Mariscus Cladium* im Naturschutzgebiet Neeracher Ried. (Photo JULIE SCHINZ.)

mmengefunden haben, sowie durch die Vielheit der Biozönosen, die von
n gebildet werden. Zwar ist das eigentliche Torfmoor weitgehend abge-
worden, hat aber dadurch kaum an Interesse verloren, weil viele Stadien
Moorerneuerung anzutreffen sind mit reicher und interessanter Flora und
ha.

die höheren Pflanzen am leichtesten zu überblicken sind und dem Be-
er am meisten auffallen, geben wir im Nachstehenden einen kurzen Über-
über ihre Verbreitung im Gebiet. Wir stützen uns dabei auf eigene Be-
htungen und auf die Zusammenstellung, die EDWIN MESSIKOMMER im
e 1927 ergeben hat. Einzelne der noch von MESSIKOMMER gefundenen Arten
en allerdings in der Zwischenzeit verschwunden sein; aber der Gesamt-
us der Pflanzenwelt hat sich erhalten. Aus der grossen Artenzahl treffen
eine Auswahl, in der die dominanten, die besonders charakteristischen und
eltenen Arten vorhanden sind. Auf die vielen Pflanzengesellschaften, die
nterscheiden sind, können wir nicht näher eintreten, versuchen aber, um
eine Gliederung zu erhalten, eine Anordnung der Arten in vier Haupt-
pen: Wasserpflanzen im engeren Sinn, Pflanzen der Verlandungsbestände,
Flachmoore und der Übergangsmoore. Natürlich ist dies eine sehr grobe
eilung, da manche Arten mehreren dieser Gruppen zugerechnet werden
en und die Gruppen selber, besonders die Verlandungsbestände und
hmoore nicht homogen sind, sondern recht verschiedenartige Standorte
Vergesellschaftungen einschliessen.

n offenen Wasser des Sees, der kleinen Teiche, der Torfstiche, der

ns (neben dem häufigen *R. trichophyllus*), *Myriophyllum spicatum* und erticillatum, *Utricularia neglecta*, *U. minor*, *U. intermedia*. Unscheinbar st am Grunde der Gewässer *Naias marina*.

den Verlandungsbeständen, die vom offenen Wasser zum fland überführen, herrschen im tieferen Wasser *Schilf* (Phragmitetum) Teichbinsen, auch *Cladium mariscus*. Im untiefen Wasser ist der Haupt- nder *Carex elata* (Caricetum elatae). Stellenweise wirken als Ver- r in grösserem Umfange auch *Equisetum fluviatile* und verschiedene es (*Carex diandra*, *C. paradoxa*, *C. gracilis*, *C. polygama*, *C. acutifolia*, *C.* ıria, *C. inflata*) und Gräser (*Calamagrostis lanceolata*, *Agrostis alba*, *Pha- arundinacea*, *Glyceria fluitans* und *G. plicata*). Als weitere charakte- che Begleiter nennen wir *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Sp. sim- Alisma plantago aquatica*, *Oryza oryzoides*, *Poa palustris*, *Eleocharis uni- is*, *E. palustris*, *Carex vulpina*, *C. lasiocarpa*, *Iris pseudacorus*, *Acorus cala- Ranunculus lingua*, *Thalictrum flavum*, *Epilobium hirsutum*, *Cicuta virosa*, rum salicaria, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Scutellaria galeri- ı*, *Scrophularia alata*, *Veronica scutellata*, *V. anagallis-aquatica*, *Mentha ica*, *Senecio paludosus*, *Pulicaria dysenterica*.

ımlich ausgedehnt und floristisch reich entwickelt sind im Gebiet die : h m o o r e, worunter hier Sumpfbildungen verstanden werden, in denen Grundwasser nur vorübergehend frei über dem Boden steht und deren nazidität gewöhnlich um den Neutralpunkt schwankt. Durch die letztere ıschaft werden die gewöhnlich stark bodensauren, aber auch floristisch ınterschiedenen Übergangsmoore abgetrennt. Die Flachmoore umfassen bedeutende Zahl von Biozönosen, wie das Caricetum hostianae, das enetum nigricantis, das Juncetum subnodulosi, das Molinietum coeruleae,

Torfstich im Robenhauserriet. Im Wasser weisse Seerose, Laichkraut (*Potamogeton*), *Equisetum fluviatile*, *Utricularia neglecta*; hinten Bestand von *Cladium mariscus*, fruchtend; links vorn *Rhynchospora alba*. (Photo W. Lüdi.)

Geranieto-Filipenduletum. Die nachstehende Auswahl von dominanten sonstwie charakteristischen Arten kann einen Begriff von der reichen tischen Zusammensetzung dieser Reihe von Pflanzengesellschaften im nhauserriet geben:

glossum vulgatum
teris thelypteris
teris cristata
chin palustris
is canina
a arundinacea
us flavescens
us fuscus
nus nigricans
nus ferrugineus
aris pauciflora
s silvaticus
us compressus
orum gracile
orum angustifolium
orum latifolium
dioeca
disticha
echinata
fusca
flava
lepidocarpa
Gymnadenia conopea
Gymnadenia odoratissima
Herminium monorchis
Epipactis palustris
Liparis loeselii
Spiranthes aestivalis
Salix repens
Ranunculus aconitifolius
Ranunculus flammula
Dianthus superbus
Lotus uliginosus
Lathyrus paluster
Geranium palustre
Hypericum acutum
Hypericum desetangsii
Viola palustris
Epilobium palustre
Epilobium tetragonum
Hydrocotile vulgaris
Selinum carvifolium
Peucedanum palustre
Primula farinosa

sum (stellenweise bestandbildend), *Drosera rotundifolia, Oxycoccus palustris, Andromeda polifolia*, die mit Ausnahme der fünf erstgenannten auch für das Hochmoor charakteristisch sind. Richtiges Hochmoor ist kaum mehr vorhanden, da die Reste der alten Landoberfläche meist ausgetrocknet und mit Heidekraut überwachsen sind. Doch bilden sich neue Anfänge dazu mit kleinen Bülten von *Sphagnum magellanicum* da und dort aus den Übergangsmooren heraus.

Auf die Gehölzbestände treten wir nicht näher ein. Sie sind floristisch kaum von besonderem Interesse, immer wieder abgeholzt oder ausgeholzt und von kleiner Ausdehnung, wie ein Blick auf Abb. 3 zeigt. Da sie als Zuflucht für die Vögel sehr wichtig sind, so wäre es wünschenswert, dass ihre Entwicklung an geeigneten Stellen gefördert würde.

Der grosse Artenreichtum, der bei den höheren Pflanzen sehr auffallend in Erscheinung tritt, findet sich auch bei den niederen Pflanzen. Messikommer hat insbesondere die Algen sehr eingehend untersucht und stellt eine ganz unerwartet hohe Vielgestaltigkeit der Formen fest, allein bei den Desmidiaceen rund 280 Arten und Varietäten. Darin kommt auch der reiche Wechsel der standörtlichen Bedingungen zum Ausdruck, der Arten mit ganz verschiedenartigen Standortsansprüchen die Existenz erlaubt. Mit der Kleintierwelt wird es sich nicht anders verhalten. Auffallend sind dem aufmerksamen Besucher zum Beispiel die zahlreichen ans Wasser gebundenen Insektenarten, besonders die schönen Libellen. Für die Amphibien und für einzelne Reptilien ist das Ried und das Ufergebiet des Sees ein ideales Wohngebiet und ebenso für viele Vögel, was die «Ala» veranlasst hat, dort mehrere Vogelreservate einzurichten.

Östlich der Reuss wird in der Schweiz kaum ein Gebiet zu finden sein, das auf so kleinem Raume einen solchen Artenreichtum und eine solche Vielgestaltigkeit der ans Wasser gebundenen Lebewesen aufweist, wie das Robenhauserriet und die Uferlandschaft des Pfäffikersees. Auch die Reste des vorgeschichtlichen und frühgeschichtlichen Menschen erwecken hier besonderes Interesse. An den Ufern des Sees und im Robenhauserriet lebte der mesolithische, der neolithische und auch der bronzezeitliche Mensch in einer Reihe von Siedlungen. Im Ried hat Jakob Messikommer 1858 einen Pfahlbau entdeckt und ausgegraben. Es war eine der ersten derartigen Siedlungen, die bekannt geworden sind, und in weiser Voraussicht hat Messikommer ein grosses Stück des Pfahlbaus in Ruhe gelassen und der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zur späteren Erforschung vermacht. Der Platz ist bis jetzt unberührt geblieben, und die heutige Generation, die mit viel feiner ausgearbeiteten Methoden arbeiten kann, ist froh über ein solches Vermächtnis. Auch die Römer siedelten in der Gegend; denn unweit des Ostufers des Sees hat sich das römische Kastell Irgenhausen als Ruine erhalten.

So vereinigen sich Landschaft, Pflanzen- und Tierleben und vorgeschichtliche Reste am Pfäffikersee zu einem Naturdenkmal von hohem Wert, von nationaler Bedeutung. Es ist unsere Pflicht, es der Nachwelt zu erhalten. Der Regierungsrat des Kantons Zürich hat dies frühzeitig erkannt und durch seinen Beschluss

. Dezember 1948 den Pfäffikersee und sein Umgelände, einschliesslich des
hauserrietes zum Landschafts-Schutzgebiet erklärt (Abb. 1). Das bedeu-
r allem den Schutz der Landschaft gegen jede wesentliche Veränderung.
aturschutz muss aber noch etwas weiter gehen: das Robenhauser-
oder doch ein charakteristischer Teil von ihm, sollte ein totales
rreservat werden, in dem jeder menschliche Eingriff, der nicht im
sse der Erhaltung seines Landschaftsbildes und seiner Lebewelt liegt,
esentliche Störung des tierischen Lebens zu unterbleiben hat. So müsste
Beispiel das weitere Torfstechen und das Pflücken der Blumen, auch das
ensammeln durch Botaniker (Seltenheitenjäger) ganz aufhören, während
sherige landwirtschaftliche Nutzung in Gestalt der Streue-Ernte in ge-
n Umfang weitergehen könnte, ja in den Teilen, die ihren gegenwärtigen
nd als offenes Flachmoor behalten sollen, weitergehen muss. Trotzdem
menschlicher Besuch nicht ganz ferngehalten werden. Er muss aber auf
mässig angelegte Wege, die, ohne störend zu wirken, einen guten Einblick
aturbeobachtung erlauben, beschränkt sein. So wird sich die Schönheit
ndschaft und der Reichtum ihrer Lebewelt, an der sich noch viele Gene-
en von Naturfreunden erfreuen möchten, erhalten.

Drumlinlandschaft und das Moorgebiet Unterwetzikerwald–Hiwilerriet

Abb. 1 Die Drumlinlandschaft und das Moorgebiet Unterwetzikerwald–Hiwilerriet (oben rechts Ettenhausen). (Aufnahme der Eidg. Landestopographie vom 5. August 1954.)

Landschaft von grosser Eigenart, die sowohl hinsichtlich ihres Reliefs als ihrer Entstehung und ihres gesamten geographisch-geologischen Charak- n der ganzen Schweiz einzig dasteht. Höchst typisch für sie ist das Vor- nen von ungefähr 130 langgestreckten, markanten Hügeln, der sogenann- rumlins (ein irischer Ausdruck), die parallel zueinander von Südosten Nordwesten dahinziehen, das heisst in der Richtung der Längsachse des . Diese Hügel sind im allgemeinen 10 bis 20 m hoch und 150 bis 600 m lang, vereinzelte erreichen 30 bis 40 m Höhe und bis über 1000 m Länge. Sie n charakteristische Formen auf, die an Walfischrücken erinnern; in der ist aber ihr talaufwärts gerichteter Hang (Luv) etwas steiler als der tal- ärts gerichtete (Lee).

s die innere Struktur dieser Drumlins anbelangt, so ist besonders auf- d, dass sie ganz oder wenigstens zum Teil aus glazialem Gesteinsmaterial hen, das heisst aus ungeschichtetem Geschiebelehm, in den massenhaft dete oder mindestens kantenbestossene, gekritzte Geschiebe – namentlich bis kopfgrosse Gesteine – eingebettet sind. Es handelt sich um Grund- nengeschiebe, das der ehemalige Linth/Rheingletscher, der durch das al zog, abgelagert hat. Vereinzelte Drumlins besitzen überdies in ihrem n einen festen Kern aus anstehender Molasse oder aus alten verkitteten n, dem das Moränenmaterial angeschmiegt wurde.

e die Untersuchungen in der Schweiz und auch im Ausland ergeben haben, en Drumlins nur in Gebieten, die einst vergletschert waren, vorkommen. rifft auch für die Drumlins des Glattales zu, welche samt und sonders halb der Endmoränen der letzten Vergletscherung (Würm) liegen, also

gleichsinnig orientierten, zueinander parallelen und in Form und Grösse auffallend miteinander übereinstimmenden Hügeln wären somit als das Abbild und der Ausdruck des besondern Bewegungsmechanismus des Gletschers zu betrachten. Wie dem auch immer sei, jedenfalls steht soviel fest, dass diese ganze Drumlinschar geologisch, morphologisch und landschaftlich etwas für die Schweiz ganz Einzigartiges darstellt. Diese Einmaligkeit wird noch durch eine Reihe weiterer Merkmale wirksam betont, so zum Beispiel durch die Vegetationsverhältnisse. Die meisten Hügel sind nämlich von Wald bedeckt, oft ganz, doch oft nur auf ihren Schattenseiten; die Sonnenseiten sind dann angebaut.

Als eine weitere Eigenart sind die vielen Moore und Sümpfe anzusehen, die sich in den diese Hügel voneinander trennenden Mulden, deren Boden mit undurchlässigem Grundmoränenlehm überstrichen ist, im Laufe der Zeit gebildet haben. Viele Moore sind in den letzten Jahrzehnten infolge durchgreifender Meliorationen zur Gewinnung von Kulturland leider schon verschwunden. Auch in siedlungsgeographischer Hinsicht besitzt diese Drumlinlandschaft mit ihren Einzelhöfen und Weilern, vereinzelt auch kleinen Dörfern, ihren besonderen Reiz.

K. Suter

Die geologisch einzigartige Drumlinlandschaft, welche das Gebiet des Unterwetzikerwaldes, des Hiwiler- und des Oberhöflerrietes sowie westlich der Bahnlinie Wetzikon–Bubikon noch das Ambitzgi- und Bönlerriet umfasst (Abb. 2 und 3), gehört auch pflanzengeographisch zu den wenigen im Kanton Zürich noch erhalten gebliebenen naturnahen Landschaften. Die relative Unberührtheit dieser wechselvollen Moor- und Moränenlandschaft kommt schon dadurch zum Ausdruck, dass auch nicht eine einzige menschliche Siedlung innerhalb des genannten Areals sich vorfindet. Die walfischrückenartigen Drumlins tragen auf ihren Kuppen und Flanken vorwiegend geschlossenen Fichtenwald, der insofern lokalklimatischen Einflüssen unterworfen ist, als dies durch die südexponierten, teilweise mit Föhren bewachsenen Seiten charakterisiert wird. Parallel dazu zeigt auch der Unterwuchs auffällige Unterschiede: die Nordseiten mit vorwiegend Sauerklee-Brombeer-Vegetation, die trockenere, nährstoffärmere Südflanke mit viel Heidelbeergesträuch und *Polytrichum*-Filz.

Parallel zu diesen Drumlins verlaufen in der einstigen Stossrichtung der letzten Vergletscherung schmale Moorstreifen auf den wasserundurchlässigen Grundmoränenmulden. Im Spitzwinkel zwischen den Bahngeleisen verlaufen diese Riedflächen als höchstens 40 m breite Bänder mindestens 1 km weit, beidseitig von Wald umsäumt. Da das aus den Drumlins austretende Wasser reich an Mineralsalzen ist, konnten sich hier nur Flachmoorgesellschaften ansiedeln. Für diese ist besonders die hier dominierende Moosschicht charakteristisch, indem Sichel- und Braunmoose vorherrschen, wie *Drepanocladus intermedius, Campylium stellatum* und *C. elodes, Acrocladium cuspidatum,* an weniger feuchten Stellen *Climacium dendroides, Fissidens adianthoides* und *Thuidium delicatulum*. Die höhere Riedvegetation wird an den Randzonen vom Staudenried (Filipenduletum), im zentralen Teil von Kleinseggen- und Pfeifengrasgesellschaften gebildet.

Abb. 2 Im Bönlerriet. (Photo W. Höhn, 26. Februar 1961.)

Abb. 3 Der Drumlin «Hatsberg». (Photo W. Höhn, 26. Februar 1951.)

Nach Südosten verbreitern sich die Riedstreifen, so dass deren zentrale Partien nicht mehr von mineralstoffreichem Grundwasser gespeist werden. Hier beginnen die besonders interessanten Hochmoorbildungen. Infolge von schon jahrhundertalter Torfausbeute stellen diese Flächen noch Zeugenlandschaften von ehemals viel mächtiger entwickelten Hochmooren dar. Schachbrettartig sind hier Bestände verschiedenen Alters und verschiedener Assoziationen aneinandergereiht. Da schreitet unser Fuss über hochliegende, alte Hochmoorreste mit ausgedehnten Zwergstrauchbeständen, wo das Heidekraut (*Calluna vulgaris*) die Vorherrschaft führt, wo Weiss- und Flaumbirken aller Altersstufen nebst Gesträuch des Faulbaums, mit Waldföhren und den wenigen Resten der in grauer Vorzeit hier einst reichlich vertretenen Bergkiefer (*Pinus montana*) den Hochmoorwald aufbauen.

Auf tiefer gelegenen und stärker durchnässten Moorpartien treten uns die eigentlichen Pioniere der Hochmoorbildung entgegen, von Wasser vollgesogene, purpur und gelbbraun gefärbte Polster der Torfmoose (*Sphagnum Warnstorfii*), *Sp. subsecundum, Sp. magellanicum, Sp. palustre*), über die die fadendünnen Stengelchen der Moosbeere (*Oxycoccus*) dahinkriechen, oder zwischen denen der nordische Sumpfrosmarin (*Andromeda*) seine zart rosa gefärbten Glöcklein erhebt, und wo der Sonnentau (*Drosera*) seine Blattrosetten ausbreitet. Hier entfaltet das scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) schon anfangs März seine Blütenähren.

Noch zeugen zahlreiche tiefe Tümpel, die von dunkelbraunem Moorwasser erfüllt sind, von der intensiven Torfausbeute der vergangenen Kriegsjahre. Aber gerade hier hat sich eine besonders reiche Wasserflora erhalten: weisse Seerosen, schwimmendes Laichkraut, Sumpfblutauge, Tausendblatt, kleinster Igelskolben, Zweizahn, Rohrkolben, Moorschachtelhalm und verschiedene Seggenarten.

Abb. 4 Im Schwändiriet, Unterwetzikerwald. (Photo W. Höhn, 26. Februar 1961.)

Als besonderes botanisches Juwel muss das Bönlerstuck genannt werden. Es beherbergt heute noch alle Moortypen vom Flachmoor über das Zwischenmoor mit den ausgedehnten Schnabelsaatbeständen (*Rhynchospora*), der seltenen Sommer-Drehwurz, ferner zahlreiche Schlenken mit *Scheuchzeria, Lycopodium inundatum* und den zwei Seggen *Carex chordorrhiza* und *Carex heleonastes,* welch letztere hier den einzigen Standort im Kanton Zürich besitzt. Dicht daneben treten wir wieder in die typischen Hochmoorbestände mit all den schon früher genannten botanischen Seltenheiten.

Das ganze Ried war in der frühen Nacheiszeit noch ein offenes Seebecken, das dann im Verlaufe von Jahrtausenden verlandete. Noch zeugen die tiefsten Schichten im Moor, die aus Seekreide und Lebertorf bestehen, vom frühesten Zustand. Eine ganz besonders reiche Algenflora lebt verborgen in den Moosfilzen dieses Moores.

Was dem gesamten Moorgebiet noch einen besondern Wert in pflanzengeographischer Hinsicht verleiht, sind die Einstrahlungen von subalpinen Florenelementen, wie *Arnica montana*, Schlangenknöterich (*Polygonum Bistorta*), *Gentiana asclepiadea, Trollius europaeus, Primula farinosa* und *Trichophorum alpinum* und *T. caespitosum.*

An diese wundervolle Moorlandschaft ist natürlich auch eine besonders reiche Tierwelt gebunden. Die Gehölze und Moore stellen einmal für die höhere Tierwelt ein unvergleichliches Refugium dar, im besondern für Reh und Hase. Auch der Fuchs hat in den unabgebauten Torfschichten des Hiwilerrietes seine Höhlen gegraben. Ringelnatter und Bergeidechse besitzen hier ein ausgiebiges Jagdgebiet. Die zahlreichen Moortümpel werden schon anfangs März von zahllosen Grasfröschen und Kröten zur Laichablage aufgesucht. Als Dauerbesiedler treffen wir hier Wasserfrösche und Alpenmolche. Gross ist sodann die Zahl der Wasserschnecken und Zwergmuscheln, der Libellen und Eintagsfliegen, deren

Abb. 5 Moortümpel im Hiwilerriet; Algenwatten. (Photo W. Höhn, 26. Februar 1961.)

n die Tümpel bevölkern, nebst einer ungezählten Menge von Wasser-
n und Wasserwanzen. Die Spinnenfauna ist durch einen besondern Reich-
ertreten: Streckfuss-, Quadrat- und Hornspinnen, die ihre Radnetze teils
die Wasserflächen, teils zwischen den Riedgräsern ausspannen, Sack- und
pinnen, die sich neben den Wasserläufern auf der Oberfläche der Tümpel
eln. Zwischen untergetauchten Wasserpflanzen hat die seltene Wasser-
e ihre Taucherglocke eingesponnen und halten sich ungezählte Wasser-
und Wasserwanzen verborgen. Im Grunde der Moorgräben flitzen Scharen
Gründlingen dahin. Tausende von Fliegen und Mücken schwirren und
n im Sonnenschein über dem Moor, während im Dschungel der Riedgräser
cken und Zikaden herumturnen. Wald und Gebüsch bieten einer reichen
welt Lebensmöglichkeit. Rohrammer und Teichrohrsänger gehören zu
egelmässigen Brütern in diesem Moorgebiet. Stockenten besuchen regel-
g die kräuterreichen Moortümpel, Gold- und Grauammern, verschiedene
narten suchen Gebüsche und Bäume des Moorwaldes ab. Regelmässig
n sich auch Kiebitze und Sumpfschnepfen ein, und schon seit Jahren be-
n Fischreiher einen Horst in der Nähe des Oberhöflerrietes.

n sind glücklicherweise schon vor Jahren Gemeinde- und Kantonsbehör-
uf den Wert und die Schönheiten dieser Landschaft aufmerksam geworden.
n Regierungsratsbeschluss vom 14. April 1937 sind die Bergföhren im Hi-
iet bei Bossikon als Glazialrelikt unter Schutz gestellt worden. Eine Par-
wurde angekauft. Durch Beschluss des Gemeinderates Hinwil vom 7. No-
er 1955 wurde der «Unterwetzikerwald», umfassend die Moore »Hiwiler-

Naturwissenschaftliche Gesellschaften

50 Jahre Entomologia Zürich

Am 11. November 1961 beging im Zunfthaus zur Schmiden die Entomologia Zürich unter dem Vorsitz von Dr. WALTER VOGEL (Wädenswil) die Feier ihres 50jährigen Bestehens. Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich war durch ihren derzeitigen Präsidenten sowie durch Prof. Dr. P. BOVEY als Vorstandsmitglied vertreten. Der Präsident entbot der Jubilarin in kurzen Worten die Grüsse und Glückwünsche unserer Gesellschaft und gab der Hoffnung Ausdruck, es mögen der Entomologia Zürich weitere 50 Jahre blühenden Gedeihens beschieden sein.

Im Rückblick auf die vergangenen 50 Jahre schilderte Dr. H. KUTTER (Männedorf) das Werden der Entomologia Zürich, deren Mitgliederzahl von 18 zur Zeit ihrer Gründung am 26. Oktober 1911 auf über 100 angestiegen ist. Dr. F. SCHNEIDER (Wädenswil) sprach über Sinn und Zweck der Beschäftigung mit Insekten und wies speziell darauf hin, dass Sammeln und Forschen auch in der heutigen Zeit, wo die angewandte Entomologie weitreichende Bedeutung erlangt hat, in gleicher Weise wie früher sich selbst genügende naturgeschichtliche und naturwissenschaftliche Betätigung bleiben müssen. Eine kleine, wohlausgewählte Ausstellung farbenprächtiger Sammlerkostbarkeiten zeugte von Begeisterung und Hingabe in der Erforschung der so reichhaltigen Insektenwelt.

Zürich, im November 1961.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich

Der Präsident: OSCAR WYSS

Der Sekretär: FRITZ STEINDL

Nekrologe

KARL ROHR

1900—1959

Karl Rohr wurde am 9. November 1900 als Sohn des Vizedirektors der Kantonalbank in ich geboren. Zeit seines Lebens fühlte er sich mit seiner Heimatstadt aufs engste ver- den. Schon während der Studienjahre, die er mit Ausnahme eines Münchner Semesters ürich absolvierte, fand er Zeit für eine wissenschaftliche Arbeit über die B_1-Avitaminose er der Leitung von W. R. Hess. Die Forschungsart, die er dabei kennenlernte, hat ihn nhaltig beeinflusst: das Sichnichtbegnügen mit dem Sammeln von Tatsachen, vielmehr n Einordnen in ein System, dessen Richtigkeit immer wieder durch Experimente kon- liert wird. Nach Abschluss des Studiums bildete er sich weiter aus am Pathologischen itut in Wien unter Professor Maresch und später an der Medizinischen Klinik Leipzig r Professor Morawitz.

ntscheidend für seine weitere Entwicklung war aber seine langjährige Tätigkeit als istent und Oberarzt an der Medizinischen Universitätsklinik Zürich unter der Leitung Professor Otto Naegeli. Hier fand er das ihm besonders zusagende Arbeitsgebiet Hämatologie, die er durch die Punktion des blutbildenden Knochenmarkes am Leben- bereicherte. Die Einführung dieser neuen Methode sowie die jahrelange Zusammen- it mit dem Hauptbegründer der modernen klinischen Hämatologie waren gewiss die aussetzung für die späteren grundlegenden Arbeiten von Karl Rohr. Er hat sie 1959 einer Monographie «Das menschliche Knochenmark» zusammengefasst. Was dieses ndardwerk aber vor allen anderen Darstellungen desselben Gegenstandes auszeichnet, das Bestreben, stets zu den allgemeinen biologischen Gesetzmässigkeiten vorzudringen. Rohr war das Knochenmark lediglich ein besonders günstiges Objekt, an welchem er die sen Probleme der Pathologie: Entzündung, Regeneration, Tumorwachstum usw. studieren

bei bakteriellen Infekten, eine Rechtsverschiebung im Knochenmark und eine Linksverschiebung im Blut festgestellt werden. Diese Hinweise mögen genügen, um zu zeigen, welch starke Impulse von der Auffassung ROHR's ausgegangen sind und wie er die moderne Hämatologie aus der vorwiegend morphologischen in die funktionelle Betrachtungsweise hinausgeführt hat. Dass ihm gerade dabei seine strenge morphologische Schulung sehr zustatten kam und verhinderte, dass er den soliden Boden der direkten Betrachtung zugunsten von Spekulationen verliess, sei besonders hervorgehoben.

KARL ROHR hat sich 1937 für innere Medizin habilitiert und wurde 1943 zum Titularprofessor ernannt. Seine akademische Laufbahn war nicht so erfolgreich, wie er es zweifellos verdient hätte. In späteren Jahren hat er zwei verlockende Anfragen von andern Universitäten abgelehnt. Er hat sich die Zeit für seine wissenschaftlichen Arbeiten unter erschwerenden Bedingungen neben einer anstrengenden Privatpraxis abgerungen. (Die Liste der wissenschaftlichen Publikationen von KARL ROHR erschien im Schweizerischen Medizinischen Jahrbuch 1960.) Trotz dieser Hindernisse, die sich seiner wissenschaftlichen Leistung entgegenstellten, wurde ihm im In- und Ausland eine Wertschätzung und Verehrung entgegengebracht, die seinesgleichen suchte. Sie galt nicht nur seinen wissenschaftlichen Erfolgen, so bedeutsam sie waren, sondern auch seiner reichen Persönlichkeit. Freigebig, ungewöhnlich selbstlos und frei von jeder Missgunst, suchte er gerade jüngere Kollegen zu fördern und zu unterstützen, wo er nur konnte. Sein schönes Heim im Herzen von Zürich stand allen weit offen, die bei ihm Rat und Anregungen suchten. Diese persönliche Anteilnahme haben auch seine Patienten erfahren dürfen, die in ihm einen mitfühlenden und aufmunternden Freund fanden.

Das lang sich hinziehende Leiden, dem er schliesslich erlag, trug er ohne Bitterkeit und ohne Mutlosigkeit. Unentwegt arbeitete er weiter an der 3. Auflage seines Werkes, die er noch fertigstellen konnte. Wenige Wochen vor seinem Tode wurde er von der Schweizerischen Hämatologischen Gesellschaft zum ersten Ehrenpräsidenten gewählt. Die uneingeschränkte Achtung und Sympathie der schweizerischen Hämatologen für ihren hervorragendsten Vertreter fand darin spontanen Ausdruck.

F. KOLLER

HERMANN HIRZEL-SEILER

1890—1961

1918 ist Dr. HERMANN HIRZEL der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich als ordentliches Mitglied beigetreten. 1942 wurde er als Nachfolger von Prof. Dr. A. KIENAST als Quästor direkt in den Vorstand gewählt. Dieses Amt hat er in vorbildlicher Weise während drei Amtsperioden ausgeübt. In den Sitzungen des Vorstandes hat er diesen jeweils in knappen Worten über die geschäftlichen Belange orientiert, und er hat auch zu den allgemeinen Fragen stets in klarer Weise Stellung genommen. An dem jeweils nach der letzten Vorstandssitzung des Geschäftsjahres stattfindenden gemeinsamen Nachtessen hat er seine Kollegen oft durch Erzählung origineller Anekdoten erheitert und mit seinen kritischen, treffenden Urteilen nie zurückgehalten. Seine Einstellung zu strittigen Fragen war stets sicher und klar. Als Dr. HIRZEL auf den 1. Juli 1960 sein Amt niederlegte und aus dem Vorstand ausschied, wurde in der kurz darauffolgenden Vorstandssitzung beschlossen, ihn in Würdigung seiner grossen und langjährigen Verdienste um unsere Gesellschaft an der nächsten Generalversammlung als Ehrenmitglied vorzuschlagen. Leider ist er vor diesem Anlass plötzlich durch einen Herzschlag während eines Spazierganges am 2. Januar 1961 abberufen worden. Über die ihm bevorstehende Ehrung hat sich Dr. HIRZEL aber noch herzlich gefreut.

Dr. HIRZEL erblickte am 19. August 1890 als Sohn des Kaufmanns HERMANN HIRZEL und dessen Gattin ANNA geb. STADLER das Licht der Welt. Am Zeltweg und nachher auf der nahen Winkelwiese ist er aufgewachsen. Er besuchte die Freie Schule und das Freie Gymnasium und studierte alsdann an der ETH in Zürich und später in Berlin Chemie. Nach Ablegung der Examina an der ETH doktorierte er 1915 und arbeitete noch als Assistent am gleichen

tut. Seine Dissertation «Über Ketenkarbonester. Beiträge zur Kenntnis der aliphatischen overbindungen» erschien 1916.

ach einer kurzen Tätigkeit in einem Betrieb in Altstetten reiste er nach USA, von wo er zehnjähriger erfolgreicher Tätigkeit zurückkehrte und bei der Firma BRASSARD eintrat, sie schon bald selber zu übernehmen. Unter der Firmabezeichnung «Dr. HIRZEL Pharmaica» baute er sie aus und führte sie zu grossem Erfolg. Er war zeitlebens ein unermüdr Schaffer. Seinem Personal war er ein wohlwollender Vorgesetzter, und zwar handelte seinem Wesen gemäss, durchaus als Autokrat nach patriarchalischer Weise. Aber er ste, dass dazu auch die Anteilnahme am Geschick der Unterstellten gehört. Er war stets it, ihnen mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. Darum schauten diese auch mit Respekt Zuneigung zu ihrem aufrichtigen und pflichtbewussten Chef empor.

ERMANN HIRZEL hatte grosses Interesse für Musik, Literatur und Heraldik. Er war Mitl der beiden ältesten Gesellschaften Zürichs: der Gesellschaft der Schildner zum Schneg und der Gesellschaft der Bogenschützen. Seit der Gymnasialzeit war HERMANN HIRZEL ges Mitglied der Gesellschaft der zürcherischen Heraldiker und Historiker. Dann wurde ünfter zum Weggen, Mitglied des Clubs zur weissen Rose, Genossenschafter bei der Spare in Zürich, und war auch für gemeinnützige Werke tätig.

r. HIRZEL war im besten Sinne des Wortes ein Aristokrat, der seine Abstammung von Zürcher Familien stets als Verpflichtung aufgefasst hat. Unsere Gesellschaft wird ihren ienten Quästor stets in dankbarer Erinnerung behalten. EMIL GANZ

ERWIN SCHRÖDINGER

1887—1961

u Beginn dieses Jahres ist ERWIN SCHRÖDINGER in Wien gestorben. Von 1920 bis 1927 war rofessor der Theoretischen Physik an der Universität Zürich. Damals sind seine grund-

Mechanik als Grenzfall einer Wellenmechanik aufgefasst werden. In dem er sich auf die HAMILTONsche Analogie zwischen Strahlenoptik und Mechanik stützte, glückte es ihm, die Wellenmechanik analog zur Wellenoptik zu entwickeln. So gelangte er zu der berühmten Differentialgleichung

$$-\frac{h^2}{2m}\Delta\psi + V\psi = E\psi$$

die für immer den Namen «Schrödinger-Gleichung» tragen wird.

Zuerst glaubte SCHRÖDINGER, seine Wellenmechanik sei verschieden von der Quantenmechanik der Göttinger, die ihm allzu abstrakt vorkam, und die seiner Meinung nach den Zusammenhang mit den Ideen, die bisher in der Physik erfolgreich gewesen waren, verloren hatte. Er erkannte aber sehr bald, dass beides mathematisch verschiedene Formulierungen ein und derselben Theorie sind. Diese Erkenntnis bildete die Grundlage zu einem tieferen Verständnis des physikalisch-mathematischen Sinnes der neuen Quantentheorie, die wir heute als folgerichtige Verallgemeinerung der klassischen Physik betrachten.

SCHRÖDINGER hat sich in diesen Arbeiten nicht nur als Meister der Theoretischen Physik bewährt, er zeigte sich auch als Meister der Darstellung. Seine Abhandlungen sind in einem klassisch einfachen und lebendigen, zudem durchaus persönlichen Stil geschrieben. In ihnen zeigt sich ein geistreicher, origineller und liebenswürdiger Gelehrter. So wusste denn SCHRÖDINGER auch in mehr populären Schriften und Vorträgen sein Publikum zu fesseln, anzuregen, ja zu überraschen. Hier erwies er sich als künstlerische Natur und als Mann grosser Bildung, für den die Theoretische Physik nicht nur eine Wissenschaft ist, die sich mit allerneuesten Fragen beschäftigt, sondern die auch ein Ideengut verwaltet, das seit der Antike das europäische Denken bestimmt hat.

Höchste wissenschaftliche Ehren, darunter auch der Nobelpreis für Physik, sind SCHRÖDINGER zuteil geworden; und unsere Gesellschaft ist stolz, dass sie ihn unter ihre korrespondierenden Mitglieder zählen durfte. MARKUS FIERZ

CARL GUSTAV JUNG
1875—1961

Am 6. Juni 1961 starb C. G. JUNG in seinem Heim in Küsnacht kurz vor Vollendung seines 86. Lebensjahres. Mit ihm ist der letzte der grossen Pioniere der modernen Psychologie von uns geschieden, einer Psychologie, welche die Dimension des Unbewussten wieder entdeckte und zu ihren Grundpfeilern machte.

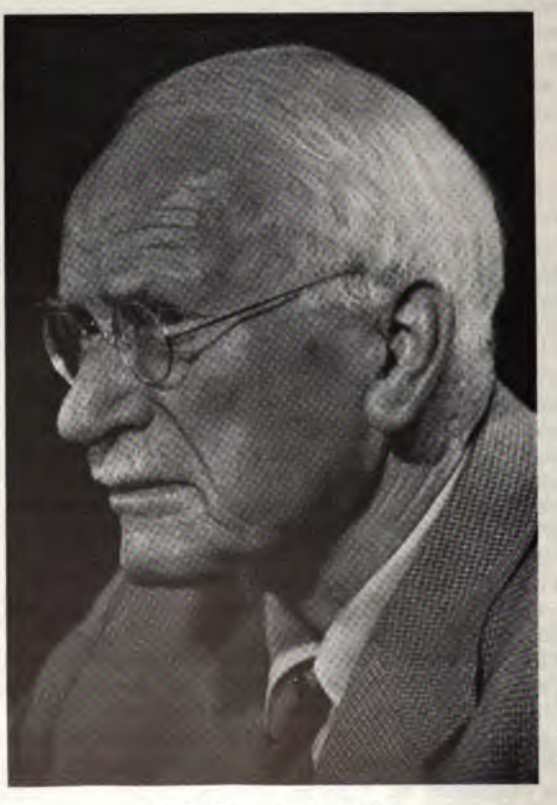
Obschon JUNG's frühe und für alle seine weiteren Entdeckungen grundlegende Arbeiten über die Komplexwirkungen rein experimenteller Natur waren und somit naturwissenschaftlicher Arbeit entstammten, ist sein Lebenswerk bis heute im wesentlichen fruchtbarer geworden für die sogenannten Geisteswissenschaften als für die Naturwissenschaften. Es sei hier nur darauf hingewiesen, dass Gelehrte wie RICHARD WILHELM (Sinologie), KARL KERÉNYI (griechische Mythologie), HEINRICH ZIMMER (indische Mythologie), HENRY CORBIN (islamische Mystik), KARL SCHMID (Germanistik) und EUGEN BÖHLER (Nationalökonomie) JUNG's Gedanken erfolgreich auf ihre Fachgebiete angewendet haben. Wenn wir uns nicht täuschen, so wird sich dies in einer früheren oder späteren Zukunft in dem Sinne ändern, dass die Naturwissenschafter mehr und mehr die Bedeutung der JUNGschen Entdeckungen für ihre Gebiete erkennen werden, in dem Masse nämlich, als die heutigen «Grenzwissenschaften» Akademiefähigkeit erlangen werden.

Man wird den Leistungen JUNG's nur gerecht werden, wenn man sie als unerschrockene Vorstösse in terras incognitas versteht, als Pionierleistungen und Versuche zur Formulierung von Phänomenen, deren tiefere, naturwissenschaftliche Erfassung noch in der weiteren Zukunft liegt. Sein opus zeichnet sich folgerichtigerweise dadurch aus, dass es angesichts dieser Problematik auf der ganzen Linie offen bleibt und nie Endgültigkeit beansprucht, was einen wohltuenden Gegensatz zu anderen zeitgenössischen «Systemen» der Psychologie bildet. Kurzsichtige Leute hingegen haben diese Tatsache nur als Nachteil verstehen können,

und es ist zuzugeben, dass sie dem Verständnis der JUNGschen Ergebnisse nicht gerade gegen kommt.

JUNG selber hat es zeitlebens schmerzlich empfunden, dass die naturwissenschaftliche seinen Funden nicht die gebührende Anerkennung zollte. Es sei gestattet, hier eine pe liche Erinnerung einzufügen: Als die Abteilung XII A der ETH ihm im Juli 1955 den «D der Naturwissenschaften ehrenhalber» verlieh, bekannte mir JUNG, dass dies der sch Moment seines Lebens gewesen sei. Dies nicht nur, weil ihm damit, neben der Meng akademischen Ehrungen des Auslandes, nun auch die Heimat anerkannt hatte, sonder sonders auch, weil er als Naturwissenschafter gewürdigt wurde. (Vgl. Kultur- Staatswissenschaftliche Schriften der ETH, Nr. 91.) Es darf in diesem Zusammenhange erinnert werden, dass WOLFGANG PAULI einer der Wenigen war, der die Bedeutung der J schen Erkenntnisse für die Naturwissenschaften frühzeitig erkannt und für seine e Arbeit fruchtbar gemacht hat.

Seine akademischen Vorlesungen als Privatdozent an der Universität Zürich hatte 1913, nach 8 Jahren, aufgegeben, weil er, nach eigenen Äusserungen, eingesehen hatte, er noch sehr viel mehr lernen müsse und dass das, was er noch zu lernen habe, nicl akademischen Bereich liege. Diese Bescheidenheit, gepaart mit untrüglichem wissensc lichem Instinkt, führte ihn über viele anscheinend abwegige Gebiete, wie Psychologi Primitiven (Forschungsreisen), Mythologie und vergleichende Religionsgeschichte, Alch (die er als ein Forschungsgebiet überhaupt als Erster erschloss) und sogar Parapsycho Erst nach dieser Verbreiterung und Vertiefung seiner Grundlagen nahm er 1933 seine



C. G. Jung 1875—1961

mische Lehrtätigkeit, diesmal an der ETH, wieder auf. Den dortigen grossen «Lehrerfolg» rdankte er zweifellos mehr seiner eindrucksvollen Persönlichkeit als dem wirklichen Verändnis und Interesse des Publikums für seinen Lehrstoff («Psychologie des Unbewussten» nd «Individuationsprozess»). Zu seinen Lebzeiten war JUNG wohl eher ein «maestro di color ne sanno» und seine breitere Wirkung in der Welt wird deshalb posthum bleiben.

C. A. MEIER

LEO MINDER
1887—1961

Ende Juni starb Dr. LEO MINDER im 75. Lebensjahr in seinem ruhigen Gelehrtenheim am rauentalweg in Zürich. Mit ihm ist ein vielseitiger und tiefgründiger Naturwissenschafter eimgegangen, der in der modernen Wissenschaft von den Binnengewässern, der Limnologie, u internationalem Ansehen aufgestiegen ist.

LEO MINDER stammte aus dem luzernischen Flühli, wo er 1887 geboren wurde. Er studierte n der naturwissenschaftlichen Abteilung der ETH in Zürich mit Doktorabschluss an der Jniversität Bern. 1914 wurde er Leiter der Wasserabteilung des chemischen Laboratoriums er Stadt Zürich, wo er bis zu seiner Pensionierung verblieb.

1918 erschien von Dr. MINDER eine Publikation über den Zürich- und Walensee. Der Zürichsee ist lange Jahre sein Hauptforschungsfeld geblieben. Er forschte auch an anderen Gewässern, so am Wägitaler Stausee, an fliessenden Gewässern, am Grundwasser und an Wasserversorgungsanlagen mit ihren tierischen Schädlingen. 1923 entstand die Arbeit über die biogene Entkalkung im Zürichsee als Zeichen der Überdüngung mit Abwasser. Ferner suchte Dr. MINDER mit Prof. A. THIENEMANN in Holstein den Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt der Seen und ihrem verschieden weit gediehenen natürlichen Alterungszustand und kulturbedingten Verschmutzungszustand. Daraus entstand die Seetypenlehre, die heute noch als Grundlage limnologischer Seenbetrachtung dient.

Über den Zürichsee verfasste er eine Reihe von bedeutsamen Publikationen. Unter den vielen verdienten Erforschern des Zürichsees nimmt Dr. MINDER einen hervorragenden Platz ein. Er gehörte seinerzeit auch zu den Mitbegründern der Internationalen Vereinigung für Limnologie. Seine Publikationen wurden wegen ihrer Klarheit, mit Konzentrierung auf das Wesentliche, von allen Fachgenossen gern gelesen und werden auch heute noch auf längere Zeit die internationale Gewässerforschung beeinflussen.

HEINRICH KUHN

RUDOLF STAUB
1890—1961

In RUDOLF STAUB, der von 1928 bis 1957 als Ordinarius für Geologie an den beiden Zürcher Hochschulen wirkte und der am 25. Juni in seinem Heim in Fex im Alter von 71 Jahren verschieden ist, verliert die alpine Geologie einen der letzten grossen Vertreter ihrer heroischen Zeit. Lange hatten die Alpen als Chaos, als ein geologischer Unglücksfall gegolten. Als um die Jahrhundertwende die Deckenlehre durchbrach, kam plötzlich Ordnung in dieses Chaos: die abnormen Überlagerungen, das Durcheinander verschiedenster Schichtreihen wurden mit einem Schlag, im Lauf zweier Jahrzehnte, verständlich. Eine ungeheure und fruchtbare Begeisterung ergriff die Alpengeologen. Sie verleitete manche vielleicht dazu, in ihrem Bedürfnis nach Einordnung aller Beobachtungen in ein zusammenhängendes, geometrisch deutbares Bild allzuweit zu gehen; aber noch heute arbeiten wir im wesentlichen an der Ergänzung und Verfeinerung jener Konzeption des Alpenbaues, welche zwischen 1905 und 1925 geschaffen wurde.

In der vordersten Reihe dieser beneidenswerten Generation stand RUDOLF STAUB. Ihm fiel besonders die Erforschung des «geologischen Wunderlandes» Graubünden zu, wo wegen des Abtauchens aller Strukturen gegen Osten fast alle Deckeneinheiten, von den tiefsten bis zu

den höchsten, aufgeschlossen sind und wo eines der Grundprobleme des Alpenbaues, das Verhältnis zwischen West- und Ostalpen, seine Lösung finden musste. Von Graubünden aus konnte RUDOLF STAUB seine gross angelegten Synthesen aufbauen, welche schliesslich die gesamten Alpen und ihre Schwestergebirge erfassten.

Er war alles andere als ein theoretisierender Stubengelehrter. Ein tiefer Blick für die Gesteine – er war ursprünglich Petrograph – und für ihre Lagerung, und die Zähigkeit eines geborenen Bergsteigers erlaubten ihm, die geologischen Karten des Bergells (1921), des Avers (1926) und des Berninagebirges (1946) zu schaffen – namentlich die letzte ein wahres Wunderwerk, welche das Maximum dessen zeigt, was im Maßstab 1:50 000 in einem so wilden und so ausserordentlich komplizierten Gebirge dargestellt werden kann. Er wurde nie müde, den Primat der Feldbeobachtung zu unterstreichen, und seine tektonischen Deutungen beruhen auf einer umfassenden persönlichen Kenntnis der Alpen, die es ihm immer wieder erlaubte, Vergleiche zwischen den verschiedensten Gebieten zu knüpfen.

Trotz seiner vielfältigen Inanspruchnahme als Vorstand des Geologischen Instituts, als hochgeschätzter Berater beim Bau alpiner Kraftwerke und als Chef des Geologischen Dienstes der Armee während der Kriegsjahre fand RUDOLF STAUB Zeit und Energie, 116 Publikationen zu verfassen. Viele davon sind Marksteine auf dem Weg der Alpengeologie geworden. Sein «Bau der Alpen» (1924) ist ein klassisches Werk, Synthese und Abschluss der heroischen Epoche. Erstmals wurde darin die verfeinerte Analyse des Baues der Ostalpen vorgebracht. Lange Zeit wehrten sich viele österreichische und deutsche Geologen gegen die Erkenntnis einer Deckenstruktur in den Ostalpen; es bedeutete für RUDOLF STAUB allein deshalb eine besondere Freude, als ihm vor einigen Jahren die SUESS-Medaille der Geologischen Gesellschaft in Wien verliehen wurde. In diesem Werk wurde die Tektonik der Alpen auch durch eine Serie von 25 Profilen dargestellt, ein Unternehmen, das viele kritisiert haben, ohne aber den Versuch zu wagen, solche Profile selbst zu zeichnen und dadurch ihre Thesen klarzulegen.

Der «Bewegungsmechanismus der Erde» (1928) brachte eigenwillige Deutungen der Gebirgszusammenhänge auf der ganzen Erde. RUDOLF STAUB's schönstes – und leider zu wenig beachtetes – Werk sind wohl die «Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie» (1934). Seiner intuitiven Forschungsweise entsprach die Analyse der alten, tertiären Talgeschichte der Alpen und ihres Zusammenhanges mit der tektonischen Entwicklung in besonders glücklicher Art. In den «Gedanken zum Bau der Westalpen» (1937 und 1942) wurden die Probleme der Deckenparallelisierungen zwischen Bernina und Mittelmeer neu aufgegriffen, wobei RUDOLF STAUB auch nicht zögerte, früher von ihm vertretene Auffassungen zugunsten mittlerweile besser begründeter zu verlassen. Auch in seinen späteren Werken über die Südalpen (1950), über die Beziehung zwischen Alpen und Apennin (1951) und über die Stellung der Klippendecke (1958) zeigt sich diese Fähigkeit, alte Probleme von einer neuen Seite anzugehen; in eindrücklicher Weise wurde nun die Rolle alter und junger Bruchsysteme betont. Im «Bau der Glarner Alpen» (1954) setzt er den Pionieren der Erforschung seiner engeren Heimat, namentlich Vater und Sohn ESCHER VON DER LINTH, ein ergreifendes Denkmal.

Unvergesslich bleibt das Wirken RUDOLF STAUB's als Lehrer, als «Capo» seiner vielen Schüler, die heute in aller Welt den Ruf seines Instituts hochhalten. Diese Wirkung beruhte nicht nur auf seinem Werk, sondern ebensosehr auf seiner Persönlichkeit, in der sich hinter einem betont draufgängerischen Auftreten eine tiefe Sensibilität verbarg. Man muss es erlebt haben, wie er auf einem Gipfel angesichts seiner Berge die Synthese einer Region entwerfen konnte, wie die gestaffelten Kulissen Form und Leben erhielten und wie man schliesslich die grossen Umwälzungen der Erdkruste fast zu verspüren glaubte. Hier war die Intuition, im wörtlichen Sinne, als Anschauung: die Erkenntnis entsprang unmittelbar, ohne den Umweg über bewusste logische Folgerungen, dem Augenblick des grossartigen Objektes. Die Wissenschaft braucht beide, den kühlen Logiker und den warmherzigen Visionär; aber den zweiten liebt sie vielleicht mehr.

RUDOLF TRÜMPY

ROBERT HUBER
1877—1961

Ein ganzer Mann ist von uns geschieden, ein vorzüglicher Lehrer, ein begabter Naturissenschafter. Wer ihn kannte, wird die folgende Skizze seines Lebenswerkes sinnvoll und ebevoll ergänzen.

ROBERT HUBER wurde am 5. November 1877 in Thalheim als Sohn des dortigen Tierarztes eboren. Die frohe Kindheit in bäuerlicher Umgebung und später der zweistündige Weg urch die Landschaft zur Sekundarschule Andelfingen weckten in dem begabten Knaben ie dauernde Liebe zur Natur. 1893 trat der Jüngling ins Lehrerseminar Küsnacht ein, wo r Freunde fand, die ihm lebenslänglich treu blieben. Vier Jahre später immatrikulierte sich OBERT HUBER an der Universität Zürich, um das Sekundarlehrerpatent zu erwerben, entchloss sich dann aber zum Studium der Chemie mit den zugehörigen Nebenfächern. 1902 estand er mit Auszeichnung das Diplomexamen für das höhere Lehramt und im folgenden ahr erhielt er den Grad eines Doktors der philosophischen Fakultät II.

Damit hatte für ROBERT HUBER die wissenschaftliche Mitarbeit bei Prof. ALFRED WERNER egonnen. Seiner Dissertation über «Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur 'rage der sterischen Hinderung organischer Reaktionen» folgte die Beteiligung an einer rbeit und Veröffentlichung des grossen Chemikers über «Fortschritte in der Chemie der etallorganischen Verbindungen der Magnesiumgruppe». Der zuverlässige Assistent erwarb ich bald die freundschaftliche Zuneigung seines verehrten Lehrers.

Vor die Wahl gestellt, nach dem Wunsche seines wissenschaftlichen Mentors die Hochchullaufbahn zu wählen oder Gymnasiallehrer zu werden, entschied sich ROBERT HUBER in rkenntnis seiner ausgesprochenen Lehrbefähigung für den zweiten Weg. Er erhielt zunächst ine Stelle am Städtischen Gymnasium Bern, wo er neben Chemie noch andere naturwissenchaftliche Fächer lehrte. Die vier Jahre in Bern blieben ihm in freundlicher Erinnerung, nd mit ehemaligen Schülern aus jener Zeit behielt er noch jahrzehntelang Kontakt.

1910 wurde ROBERT HUBER als Professor für Chemie an das Realgymnasium Zürich gewählt, o er 38 Jahre lang als erster und alleiniger Hauptlehrer dieses Faches wirkte. Während ieser Zeit erschienen aus seiner Feder zahlreiche Veröffentlichungen in den «Erfahrungen», er Zeitschrift der Vereinigung schweizerischer Naturwissenschaftslehrer, über neue Veruche, wissenschaftliche Erörterungen und methodische Probleme, die sich alle durch Gründichkeit und Exaktheit auszeichnen. Die Methodik des Chemieunterrichtes lag ROBERT HUBER esonders am Herzen. Er setzte sich dafür tatkräftig ein bei der Gestaltung des Eidgenössichen Maturitätsprogrammes für Chemie (1934) und bei der Aufstellung der «Naturwissenchaftlichen Lehrstoffprogramme» der Vereinigung schweizerischer Naturwissenschaftslehrer 1936). Seine Hauptarbeit auf diesem Gebiet war die Gründung der sogenannten Chemieuchkommission im Auftrag der Vereinigung schweizerischer Naturwissenschaftslehrer 1938), deren Vorsitz er während zehn Jahren inne hatte. Das erfreuliche Ergebnis war die erausgabe des Mittelschulchemiebuches «Einführung in die Chemie und ihre Anwendunen» (Gemeinschaftswerk von zwölf Autoren, 1942). Dieses verhältnismässig umfangreiche ehrmittel füllte damals eine Lücke mustergültig aus und wurde auch von Studierenden der ochschulen während der Kriegszeit vielfach benützt.

Von besonderer Bedeutung und Fruchtbarkeit war das vorbildliche Wirken von Professor UBER als Kantonsschullehrer. Sein Unterricht war so klar und bestimmt wie sein Charakter. ethodische Grundlage waren ihm die physikalische Chemie und das Experiment. Seine chüler erzog er zu genauem Beobachten, sauberer Arbeit im Laboratorium, logischem enken und präzisem Ausdruck. Er stellte beträchtliche Anforderungen, war dabei aber tets gerecht und wohlwollend. Bei aller williger Beratung wahrte er eine berechtigte Distanz.

Nicht nur Gymnasiasten gingen bei diesem ausgezeichneten Lehrer in die Schule, sondern uch Studierende der Universität und der Eidgenössischen Technischen Hochschule als Teilehmer an den Didaktikkursen. 1920 wurde ROBERT HUBER auf diesem anspruchsvollen Gebiet achfolger von Prof. KARL EGLI. Die Kurse über «Didaktik des chemischen Unterrichtes auf er Mittelschule» erteilte er jeweils im Sommersemester während 27 Jahren. Dabei legte er rosses Gewicht auf gewissenhafte Vorbereitung der Versuche, denn er betonte immer

wieder: «Die Chemie ist eine experimentelle Wissenschaft.» Wohl war er auch theoretisch durchaus auf der Höhe und verfolgte die Ergebnisse der modernen Forschung fortlaufend, doch in der Vermittlung neuester, noch zur Diskussion stehender Theorien war er zurückhaltend. Er wollte kein Hochschuldozent im kleinen sein, sondern ein Mittelschullehrer mit eigenen, selbständigen Zielen.

Einen grossen Teil seiner Arbeitszeit verbrachte Robert Huber als Sammlungsvorstand in der Schule, wo er beinahe jeden Vormittag und Nachmittag anzutreffen war. Bei seinem Rücktritt 1948 hinterliess er eine reiche, wohlgeordnete Sammlung von Apparaten, Präparaten und Mineralien, wie sie kaum eine andere Mittelschule besessen hat.

Und doch fand dieser rastlos tätige Mann noch Zeit zur Pflege eines Spezialgebietes. Auf zahllosen Exkursionen erforschte er während der Ferienzeiten und nach seiner Pensionierung die Ablagerungen der Eiszeiten, die Moränen unseres Kantons und der Nachbarkantone, das frühere Bett der Sihl und den einstigen Seegrund. Ausführliche Berichte darüber sind in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich erschienen: 1938 «Der Schuttkegel der Sihl im Gebiet der Stadt Zürich und das prähistorische Delta im See»; 1956 «Ablagerungen aus der Würmeiszeit im Rheintal zwischen Bodensee und Aare»; 1960 «Der Freudenberg in der Enge und andere Linthgletscher-Endmoränen in Zürich».

Mit beinahe 80 Jahren konnte Robert Huber auf seinen geologischen Wanderungen noch acht Stunden am Tag wohl aushalten. Doch allmählich nahm die Kraft seines Herzens ab. Im Alter von 84 Jahren beschloss er am 6. August 1961 im Schlummer, ohne Schmerzen und ohne Todeskampf, sein reiches Leben. Wir haben einen edlen, lieben Kameraden verloren, dessen Persönlichkeit und Werk wir nicht vergessen. Th. Reber

GUIDO MIESCHER

geb. 4. November 1887, gest. 1. September 1961

Am 1. September 1961 starb im 74. Altersjahr Prof. Dr. med. Guido Miescher. Mit ihm ist ein grosser Arzt, Naturforscher und Naturfreund dahingegangen. Nach seinen Schuljahren in Basel und Studien an der ETH in Zürich und der medizinischen Fakultät in Basel wirkte er seit 1917 als Oberarzt, Leiter der Strahlenabteilung und Chefarzt der Dermatologischen Universitätsklinik in Zürich. Seine über 360 wissenschaftlichen Publikationen umfassen das Gesamtgebiet der Haut-und Geschlechtskrankheiten. Nach dem Prinzip, dass man nur dann alle Gebiete seines Faches beherrscht, wenn man darüber wissenschaftlich gearbeitet hat, durchpflügte er alle Äcker, auch die der entlegenen Raritäten, mit grosser Gründlichkeit, so dass zahlreiche Gebiete, wie Röntgentherapie, Lichtphysiologie, die Ekzemkrankheiten, Arzneimittelexantheme, Mykosen und eine Anzahl von seltenen Krankheiten, wie die Nekrobiosis discosiformis, der Lichen albus, das Erythema nodosum, die Porokeratosis Mibelli, das Elastoma interpapillare perforans verruciforme, mit seinem Namen verbunden bleiben werden. Es gelang Miescher, vorwiegend durch histologische Untersuchungen, neue Perspektiven zu eröffnen. Diese umfassenden Kenntnisse machten ihn zu einem begehrten Referenten und Diskussionspartner an in- und ausländischen Tagungen. Er wurde Ehrenmitglied fast sämtlicher dermatologischer Gesellschaften der Welt, und mit vielen anderen Ehren ausgezeichnet. Das Amt eines Präsidenten der Schweizerischen Akademie der medizinischen Wissenschaften und der Internationalen dermatologischen Kommission füllte er mit Glanz aus.

Die Liebe zur Natur zeigte sich bei ihm nicht nur in dem dringenden Bedürfnis, in die Geheimnisse der Physiologie und Pathogenese der Haut einzudringen. Er war auch ein grosser Freund der Berge. Zu Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere übertraf die Zahl seiner Erstbesteigungen in den Schweizer Alpen und dem Kaukasus die Zahl seiner Publikationen, was er immer mit besonderem Stolz erzählte.

Bis in die letzten Jahre seines Lebens suchte er in der einsamen Bergwelt Erholung. Er ernachtete im Schlafsack auf abgelegener Bergeshöhe, um fernab von aller Kultur in Fels nd Schnee Sonnenunter- und -aufgänge erleben zu können. Bei den jährlichen Ausflügen it seinen Assistenten wurde stets eine Bergwanderung im Voralpengebiet durchgeführt, obei MIESCHER es glänzend verstand, seine jungen Ärzte den Gegensatz zwischen Stadt und ergwelt auf frappante Weise erleben zu lassen.

Sein immer offener Geist für alle Teile der Naturwissenschaften ermöglichte es ihm, auf ermatologischem Gebiete neue Wege zu gehen. Er wurde Pionier der Anwendung der öntgentechnik in der Dermatologie. Seine Röntgenkurse für junge Dermatologen zeigten ie grossen Fortschritte, welche im Laufe seines Lebens in der Röntgentherapie erreicht urden und spornten immer wieder zu neuen Leistungen an.

Als Alpinist widmete er der Wirkung der Sonne auf die Haut seine besondere Aufmerkamkeit und entdeckte dabei die Schutzwirkung der Hornhaut gegenüber den das Erythem rzeugenden Ultraviolettstrahlen und das Phänomen der Sofortpigmentierung, der Dunkelung es Pigments durch langwelliges Ultraviolett (durch Oxydation).

Intelligente Fragestellung, geschickte experimentelle Anordnung, exakte Beobachtung nd grosse Ausdauer beim Verfolgen der Ziele neben grosser Kritik und Selbstdisziplin aren naturforscherische Prinzipien, die MIESCHER auszeichneten und die er auch seinen chülern beibrachte. Alle, die ihn kannten, werden ihn als einen bewundernswürdigen Naturforscher in Erinnerung behalten.

WALTER BURCKHARDT

Vorträge der NGZ

24. Oktober 1960: Prof. Dr. R. Schwyzer, Basel:

Chemie und Biologie der Polypeptide

s Studium makromolekularer Stoffe gelangt in der Biochemie zu immer grösserer Be-
ng. Besonders zwei Typen stehen zurzeit im Vordergrund des Interesses: die Poly-
otide und die Polypeptide. Die Polynukleotide umfassen zwei wichtige Substanzgruppen:
esoxyribonukleinsäuren und die Ribonukleinsäuren. Beide sind aus je vier Arten von
nukleotiden aufgebaut. Die Anordnung der Mononukleotide in den Ketten bestimmt
ar den Inhalt der biochemischen Information, welche solche Verbindungen auf andere
ertragen haben. Die Polynukleotide können Legislativfunktionen ausüben: die Desoxy-
ukleinsäure, welche in den Chromosomen vorkommt, enthält die genetische Informa-
welche über die Zellteilungen hinweg erhalten und wie bei einer Druckerpresse verviel-
t wird. Über die Ribonukleinsäure, welche an biosynthetischen Prozessen teilnimmt,
die Information auf die Polypeptide übertragen, welche durch ihr direktes Eingreifen
s Stoffwechselgeschehen als Hormone, Regulatoren, Antibiotika usw. eine Exekutiv-
ion auszuüben haben. Fehler in der genetischen Information oder deren Übertragung,
e ausserordentlich geringfügig sind, können schon Ursache tödlicher Krankheiten
en.

e Bearbeitung der Polypeptide ist seit etwa 10 bis 15 Jahren in rascher Entwicklung be-
n. Dies ist besonders auf den Einsatz neuer analytischer und synthetischer Methoden
kzuführen, zum Beispiel Papierchromatographie, Ionenaustauschchromatographie,
relelektrophorese und multiplikative Verteilung.

lypeptidwirkstoffe umfassen sehr hochmolekulare Verbindungen wie die Enzyme, aber
relativ kleine Moleküle, wie die verschiedenen Antibiotika, Hormone und Regulatoren,

s verschiedenen, in jedem Falle aber aus sehr zahlreichen Holzarten mehrschichtig aufbaut sind und wegen der mittäglichen Trockenheit überraschend wenig Lianen und Epiyten beherbergen. Nicht durch Nutzung aufgelichtete Baumbestände sind so schattig, dass :der dichtes Unterholz noch Krautwuchs aufkommt und man unbehindert nach allen Richngen gehen kann. Unwegsam werden die Tieflandurwälder erst durch die zahlreichen, bei egenfällen rasch anschwellenden Bäche. Da diese Wälder nur wenig jagdbares Wild und ır wenige essbare Früchte bieten, wurden sie von den Eingeborenen gemieden und wirkten s Sprach- und Stammesgrenzen. Auch der moderne Siedler behauptet sich nur mühsam in rem Bereich, weil die Böden nach dem Schlagen und Abbrennen des Baumbestandes höchens drei Jahre lang fruchtbar bleiben. Der üppige, aber erstaunlich flach wurzelnde Wald bt nämlich fast ausschliesslich von Nährstoffen, die sich im biologischen Kreislauf befinden nd beim üblichen Verbrennen des gefällten Waldes der Auswaschung preisgegeben werden. ekundärwald bringt diesen Kreislauf wieder in Gang, so dass nach etwa zwanzigjähriger Waldbrache» erneut geackert werden kann. Die versuchsweise eingeführte Grossvieh-'eidewirtschaft scheitert an der unter betretenem Grasland im Regenwaldklima rasch zuehmenden Bodenverdichtung. Alles bisher Gesagte gilt lediglich für Standorte ausserhalb es Überschwemmungsbereichs der Flüsse. In den Flussauen werden Acker- wie Waldböden urch Sinkstoffe gedüngt und bleiben fruchtbarer. Deshalb konzentrieren sich die Siedngen seit jeher auf die Auengebiete, zumal hier durch Fischfang und Jagd am Ufer leichter iweissnahrung zu beschaffen ist als durch Jagd im Walde. Fast alle Auenwälder sind erst urch Holzschlag so unterholz- und lianenreich geworden, wie man sie heute antrifft.

In Südamerika wie in Afrika gibt es alle Übergänge vom tropischen Regenwaldklima bis ım Wüstenklima. Tieflandgebiete mit etwa halbjähriger Dürrezeit sind in Peru zwar nur uf kleinen Flächen zu finden, aber gerade hier für das Savannenproblem sehr aufschlussreich. Von Natur aus würden in solchem Wechselklima regengrüne Wälder gedeihen, ie physiognomisch sehr an unsere sommergrünen Laubwälder erinnern. Durch Holzkohlewinnung, Beweidung und wiederholtes Abbrennen sind diese Wälder im nördlichen Peru eit der spanischen Eroberung grossenteils zu savannen- oder steppenähnlichen Parklandhaften geworden. In Afrika ist die Brand- und Viehwirtschaft viel älter und das regenrüne Grasland dementsprechend noch ausgedehnter. Ursprünglich waren auch hier nur ie Übergangsgebiete zur Halbwüste parkartig locker mit flachkronigen Bäumen und Büchen besetzt, während viele heutige Savannen früher dichte Trockenwälder gewesen sein üssen. Der Lebensraum des Grosswildes hat sich in Afrika also durch die Rinderweide- nd Brandwirtschaft der Eingeborenen beträchtlich vergrössert. Im peruanischen Tiefland ibt es kein Savannen-Grosswild, weil die natürliche Übergangszone zur Wüste im warmen iefland nur schmal ist.

Zwischen dem niederschlagsarmen Westrand der Anden und dem relativ kühlen Pazifichen Ozean zieht sich ein Wüstenstreifen hin, durch den ständig wasserführende Flüsse ım Meer streben. Seit Jahrtausenden werden sie zur Bewässerung fruchtbarer Kulturen früher vor allem Mais, jetzt mehr Baumwolle und Zuckerrohr) ausgenutzt, so dass von den ınstigen Auenwäldern kaum noch Reste erhalten blieben.

Auf die engen Wechselbeziehungen zwischen Pflanzendecke und Mensch in den «Nebelasen» der Küstenhügel, auf dem altbesiedelten Andenhochland und in den Nebelwäldern nd montanen Regenwäldern an der steilen Ostabdachung der Anden konnte zum Schluss ur hingedeutet werden. (Autoreferat)

21. November 1930: Dr. H. Kutter, Zürich:

Über den Sozialparasitismus der Ameisen

Der Ausdruck Sozialparasitismus wurde erstmals von August Forel zur Erläuterung seines ieuen Begriffes der Parabiose verwendet. Vom sozialen Parasitismus wird immer dann geprochen, wenn sich die schädigende Wirkung eines Parasiten nicht in erster Linie gegen

einzelne Wirtstiere, sondern gegen deren Sozietäten richtet, und speziell in der Entomologie besonders dann, wenn sowohl der Parasit wie der Wirt in sozialem Verbande leben. Dies trifft ausnahmslos bei den Ameisen zu, da wir keine einzige solitär lebende Ameisenart kennen. Sehr viele Tatsachen aus dem Ameisenleben sprechen dafür, dass sich die Erscheinungen des sozialen Parasitismus nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Schwierigkeiten, welche sich den koloniegründenden Weibchen entgegenstellen, verstehen lassen. Diese Schwierigkeiten gaben Anlass zur Ausbildung ganz verschiedenartiger Gründungsmodalitäten, welche sich grobschematisch wie folgt gruppieren lassen:

A. Die Gründung einer Ameisenkolonie erfolgt durch jungbefruchtete Weibchen, welche hiefür keine artfremde Hilfe beanspruchen, und zwar
   1. das junge Weibchen gründet die Kolonie ganz aus eigenen Kräften;
   2. mehrere arteigene Weibchen vereinigen sich nach dem Hochzeitsfluge zur gemeinsamen Aufzucht der Erstlingsbrut. Nach dem Erscheinen der Arbeiterinnen setzen jedoch Rivalinnenkämpfe ein;
   3. das junge Weibchen ist bei der Koloniegründung auf die aktive Mithilfe artgleicher Arbeiterinnen angewiesen. Es kann zu eigentlichen Schwarmbildungen und zu Zweigkoloniegründungen kommen. Die Rivalinnenkämpfe fehlen.

B. Die Koloniegründung durch die jungbefruchteten Königinnen erfolgt immer nur mittels artfremder Helferinnen, das heisst sozialparasitisch, und zwar
   1. die Beanspruchung fremder Hilfe bleibt nur temporär, das heisst die sozialparasitische Art vermag nach vollzogener Gründung der Kolonie ohne fremde Hilfskräfte auszukommen;
   2. die sozialparasitische Art kann zwar ohne Hilfsameisen existieren, der Bestand an Hilfsameisen wird jedoch meist durch andauernden Puppenraub alljährlich immer wieder ergänzt;
   3. die sozialparasitische Art ist in ihrer Existenz auf die Hilfe artfremder Arbeiterinnen angewiesen (permanenter Sozialparasitismus);
   4. die sozialparasitische Art wird zur reinen Schmarotzerart der Hilfsameisen, indem sie sich in keiner Weise mehr am Haushalt beteiligt und auch keinen Puppenraub betreibt;
   5. die Arbeiterinnenkaste der Schmarotzerart fehlt, während die Geschlechtstiere noch etwelche Selbständigkeit bewahren, während
   6. die Geschlechtstiere völlig von der Wirtsart abhängig sind. Sie zeigen vielfach stark ausgeprägte morphologische Anpassungsmerkmale.

Letztere Tatsachen sprechen eindrücklich dafür, dass mit einer Intensivierung sozialparasitischer Lebensweise auch eine zunehmende Anpassung an diese erfolgt. Anpassungen aber zeigen sich schon viel früher in Form individueller und kollektiver Verhaltensänderungen, welche zum Teil als spontane, durchaus zweckdienliche Reaktionen angesprochen werden dürfen. Desgleichen können auch physiologisch-funktionelle Besonderheiten namhaft gemacht werden, welche als Anpassungen an eine sozialparasitische Lebensweise bewertet werden können. Gewisse morphologische Charakterzüge bekannter Sozialparasiten sind so eindeutig, dass sie als solche schon den Sozialparasiten verraten. Parallel der Ausbildung von Anpassungsmerkmalen geht die Regression anderer Verhaltensweisen und morphologischer Merkmale. Als solche seien genannt: der Verlust der Fähigkeit, eine Kolonie selbständig zu gründen, der Verlust der Diensttauglichkeit im Haushalt, der Verlust der eigenen Fürsorgetätigkeit, der Ausfall der Arbeiterinnenkaste, der Verlust der Flugfähigkeit der Männchen usw.

Über die Genese des sozialen Parasitismus können nur Vermutungen geäussert werden. Diese basieren zum Teil auf folgenden Annahmen:

1. Die Tatsachen sprechen dafür, dass die sozialparasitischen Ameisenarten in der Regel mit ihren Wirtsarten phylogenetisch verwandt sind, dass sie also quasi bei ihren Mutterarten parasitieren. Warum, wann, wie und wo das erste koloniegründende Weibchen eigene Wege eingeschlagen hat, entzieht sich uns völlig.

Der Ausgangspunkt des sozialen Parasitismus muss offensichtlich im Problem der Überwindung der Gefahren, welche sich dem einsamen, koloniegründenden Weibchen entgegentürmen, gesucht werden.
Die Überwindung dieser Schwierigkeiten ist auf verschiedene Weise gesucht und gefunden worden, und derartige Vorgänge scheinen heute noch in vollem Gange zu sein.
Der Eindruck herrscht vor, dass alle jene Arten, welche zur Überwindung der Schwierigkeiten der Koloniegründung den Ausweg in den sozialen Parasitismus beschritten haben, schliesslich daraus keinen Gewinn, sondern den Verlust ihrer selbständigen Existenzfähigkeit in Kauf nehmen müssen.

Die sich im sozialen Parasitismus der Ameisen offenbarenden Phänomene könnten mit besonderem Vorteil als weitere Standardbeispiele der natürlichen Evolution angeführt werden.

(Autoreferat)

5. Dezember 1960: Prof. Dr. M. Waldmeier, Zürich:

Satelliten und Weltraumforschung

In den drei Jahren, seit Dutzende von künstlichen Satelliten die Erde umkreisen, sind durch diese viele, die verschiedensten Forschungsgebiete betreffende Beobachtungen gemacht worden. Die Erfassung von Neuartigem, das bisher prinzipiell nicht erforschbar war, ist dabei wichtiger als ein systematisches Vorgehen.

Schon ein Satellit ohne jegliche Instrumente kann bei kontinuierlicher Beobachtung seiner Bahn ein wichtiges Forschungsmittel sein. Die Präzession der Satellitenbahnen hat zu einem verbesserten Wert der Erdabplattung geführt (1/298.3) und Feinheiten in der Massenverteilung der Erde aufgedeckt. Künstliche Satelliten sind ein vorzügliches Mittel zur Bestimmung der Entfernungen von Kontinent zu Kontinent. Die Abbremsung der Satelliten hat im Bereich 200 bis 700 km Höhe zuverlässige Werte der Luftdichte geliefert. In den höheren Schichten variiert diese stark mit der Tageszeit und der Sonnenaktivität. Ein Satellit kann auch als Reflektor von Radiowellen dienen und dadurch einen Empfang auf UKW über sehr grosse Distanzen realisieren. In diesem Punkt werden die Satelliten kommerziell interessant, indem sie die Kosten für die Telekommunikation erheblich reduzieren können.

Satelliten mit Sender können, auch wenn sie sehr klein sind, radioastronomisch und auch bei Tag und bedecktem Himmel verfolgt werden. Der Doppler-Effekt des Senders liefert die radiale Geschwindigkeitskomponente, die Faraday-Rotation die totale Elektronendichte der Ionosphäre. Der Sender kann auch ein ihm zugestrahltes Programm simultan oder auf Abruf ausstrahlen (aktiver Echosatellit).

Telemetrische Sender gestatten Messungen der verschiedensten Art (Temperatur innerhalb und ausserhalb des Satelliten, Druck, Magnetfeld, Mikrometeore, Strahlungsmessungen im UV- und Röntgengebiet, solare und kosmische Korpuskularstrahlung) zu übermitteln. Die Übertragung von Bildern geschieht nach dem Televisionsverfahren, wobei die Informationen gespeichert und auf Abruf durch die Bodenstation emittiert werden.

Die bedeutendsten Ergebnisse der Raumforschung sind die Entdeckung der Strahlengürtel (VAN ALLEN) bei 1.5, 3.5 und 10 Erdradien Abstand, die Erforschung des ultravioletten Sonnenspektrums und die Entdeckung der (schon 1943 vorausgesagten) koronalen Röntgenstrahlung. Beobachtungen bei der totalen Sonnenfinsternis 1958 und ein kürzlich erhaltenes erstes Röntgenbild der Sonne lassen eindeutig die Korona und ihre Kondensationen als Strahlungsquelle erkennen (FRIEDMAN).

In den nächsten Jahren werden Spiegelteleskope von 20 bis 120 cm Durchmesser als Satelliten abgeschossen werden, um auch die Sterne und die interstellare Materie im UV-Bereich zu erforschen. Die Radioastronomie von Satelliten aus wird den Bereich der Millimeterwellen und denjenigen bei < 20 MHz erschliessen. (Autoreferat)

19. Dezember 1960: Prof. Dr. P. G. Waser, Zürich:

Psychopharmaka

ner Epoche des technischen Fortschrittes und der intensiven Forschung ist es eigen-
ass wir so wenig von der menschlichen Psyche wissen. Es bestehen einige Kenntnisse
ormale psychische Funktionen (Bewusstsein, Denken, Affekt, Triebe usw.), aber die
ation zu physiologischen Vorgängen und anatomischen Substraten des Gehirns sind
tensiver Forschung von Neuro-Physiologen und Neuro-Anatomen sehr mangelhaft.

Psychopharmakologie hat der Erforschung psychischer Vorgänge einen
Impuls gegeben. Da Stoffe mit psychischer Wirkung seit Jahrhunderten bekannt sind,
es sich nicht um eine neue Wissenschaft, sondern um ein gemeinsames Bestreben
edener moderner Forschungsrichtungen mit dem Ziel, die Wirkung von psychisch-
Stoffen abzuklären und eine rationelle Therapie und Prophylaxe der Psychosen zu
Dieses hohe Ziel zu erreichen ist der Mühe wert, denn die Zukunft unserer Zivili-
hängt entscheidend von der seelisch-geistigen Gesundheit des Individuums und der
chaft ab.

chopharmaka sind Stoffe, welche primär und spezifisch auf die Psyche ein-
und erst sekundär auch körperliche Symptome im Bereich des Vegetativums, des
ufes, der Atmung, der Motorik usw. verursachen. Psyche und Soma sind auch in
Hinsicht untrennbar miteinander verknüpft.

der Gruppe psychisch hochwirksamer Stoffe stechen vor allem die Phantastica
welche starke Erregung mit phantastischen Sinnestäuschungen, Halluzinationen,
en, Bewusstseinsstörungen, eventuell begleitet von funktionellen Ausfallserscheinun-
rursachen. Die meisten halluzinogen wirksamen Pflanzenstoffe sind bekannt, so die
de von Solanaceen (Atropin, Scopolamin), aus mexikanischen Pilzen (Psilocybin aus
be mexicana, Prinzip aus Fliegenpilz noch unbekannt), Kakteen (Mezcalin aus *An-
m Lewini*) und Pflanzen (Ergin aus *Ololiuqui*, Bufotenin aus *Piptadenia peregrina*,
aus *Peganum harmala*), die meistens dem Indoltyp entsprechen, sowie das Canna-
us dem Haschisch (*Cannabis indica*). Tierische halluzinogene Stoffe sind wieder Bufo-
im Hautsekret von Kröten), Tryptamin und eventuell Porphobilinogen (bei der Por-
. Wahrscheinlich treten im Fieber und Koma auch toxische Stoffwechselprodukte mit
nogener Wirkung auf. Weitaus am stärksten wirkt das synthetisch hergestellte Lyserg-
äthylamid (LSD). Die Wirkung von LSD, Psilocybin und Alkohol auf drei normale

(Zittern, Motilität, Koordination, Sedation, Schlaf) und von Trieben (Hunger, Durst) scheint uns daher vor allem die genaue Beobachtung von Ausdruck und Verhalten des freien Tieres wesentlich. Dies wird in einem Film mit verschiedenen durch Psychopharmaka verursachten Wirkungsbildern bei Ratten gezeigt. (Autoreferat)

9. Januar 1961: P.D. Dr. E. A. Thomas, Zürich:

Der Zürichsee, Folgen und Abwehr der Verschmutzung

In einer Publikationsreihe «Städtebilder und Landschaften aus aller Welt», Verlag Caesar Schmidt, Zürich, erschien im Jahre 1887 ein Heft Nr. 19/20 «Der Zürichsee», in dem auf Seite 2 von einem Boot erwähnt wird, es fahre an blühenden Geländen vorbei «hinaus in die von der Sonne goldenen Strahlen beschienene, durchsichtige smaragdgrüne Flut». Den Limnologen interessieren diese Zeilen, weil die Flut des unteren Zürichsees heute nur noch gelegentlich in der kalten Jahreszeit als «durchsichtig» und noch seltener als «smaragdgrün» angesprochen werden kann. Der Anblick des Seewassers und damit eine grosse Zahl von chemischen und biologischen Eigenarten haben sich seither tiefgreifend verändert. War früher das den See erfüllende Wasser in allen Tiefen zu jeder Jahreszeit gut an Sauerstoff angereichert, wie allgemein in vom Menschen unbeeinflussten grossen Seen, so finden sich heute im Zürichsee besonders im Spätsommer Wasserschichten, die einen grossen Teil des im Frühjahr vorhandenen Sauerstoffes verloren haben. Es handelt sich um das über dem Bodenschlamm lagernde Wasser, sei es im Gebiet der tiefsten Stelle (140 m) oder im Seeteil zwischen Männedorf und Rapperswil (etwa 20 m tief). Aber auch unmittelbar unterhalb der Sprungschicht (etwa 12 m Tiefe) können im See verbreitet sehr niedrige Sauerstoffgehalte auftreten, über deren Entstehungsursache Studien mittels Planktontestloten Auskunft geben. Sauerstoffschwund in Seen ist auf die Düngerzufuhr zurückzuführen, also auf die direkten oder indirekten Folgen der Verschmutzung.

Die ursprüngliche Nährstoffzufuhr zu Seen lässt sich kaum beeinflussen; von grösster Bedeutung ist jedoch beim Zürichsee die Zufuhr von Nährstoffen durch Abwässer. Unter den mineralischen Düngstoffen spielen die Phosphate und die Nitrate eine Hauptrolle. Da die Linth fast zwei Drittel des Zuflusswassers bringt, ist ihre chemische Beschaffenheit von grosser Bedeutung. Nach einer bisherigen groben Berechnung trägt sie dem See 22,4 % der Stickstoffverbindungen und 16,9 % der Phosphorverbindungen zu. Die Düngstoffzufuhr aus der meliorierten Linthebene beträgt weniger als 1 % der gesamten Zufuhr. Die Phosphorverbindungen stellen in unseren Seen den ursprünglichen Minimumstoff dar.

Die von F. Nipkow untersuchten Jahressedimente des Zürichsees können durch die Methode der Sedimentmesspfanne in Monats- oder kleinere Raten aufgespalten werden, wodurch eine Übersicht über die Sedimentation und die Sukzessionen der planktischen Algenarten möglich ist. Bestimmt man die Sauerstoffzehrung der einzelnen Pfannensedimente, so erhält man einen guten Einblick in die Sauerstoffzehrung des Bodenschlammes des Sees.

Windwirkungen haben im Zürichsee eine grosse Bedeutung, besonders im Hinblick auf die Bewegungen des Tiefenwassers. Der Wind presst das spezifisch leichtere Oberflächenwasser gegen das eine Seeufer, wodurch das Tiefenwasser, in entgegengesetzter Richtung fliessend, am anderen Seeufer emporbrandet. So kann es vorkommen, dass das in hundert und mehr Metern Tiefe ruhende sauerstofffreie Wasser bis zu einer Tiefe von 50 Metern emporgepresst wird. Das dabei entstehende labile Gleichgewicht bewirkt nach Abflauen des Windes die Entstehung von pendelartigen Schwingungen und Verschiebungen der tieferliegenden Wassermassen. Da das Tiefenwasser im Sommer nährstoffreicher ist als das Oberflächenwasser, können solche Bewegungen einen Einfluss auf die Entwicklung der Uferalgen ausüben, wie auch die durch Temperaturdifferenzen ausgelösten Horizontalzirkulationen.

Die Wucherungen von Uferalgen stellen heute wohl die unangenehmste Folge der Seeverschmutzung dar. Zwar erschwert die übermässige Planktonentwicklung, ebenfalls eine Folge der Seeverschmutzung, die Aufbereitung des Seewassers zu Trinkwasser und besonders

h die fischereiliche Bewirtschaftung des Sees. Der Sauerstoffschwund im bodennahen
fenwasser und unterhalb der Sprungschicht rief einer Umstellung in den fischereilichen
ssnahmen; nur durch künstliche Erbrütung lässt sich der gute Fischbestand vorläufig noch
rechterhalten. Für Seeanwohner und Touristen, für Badende und Fischer stellen aber
onders die sich heute massenhaft entwickelnden Uferalgen eine grosse Belästigung dar.
se Algen sind mindestens mitschuldig am beängstigenden Schwinden des Schilfsaumes
Zürichseeufer. Ihre Zersetzung in Ufernähe kann zu üblen Gerüchen und zu Sauerstoff-
ima führen, die sich auf die Fischerei ungünstig auswirken. Es drängt sich somit die
ge auf, wie diese Algenplage abzuwehren sei.

Auf lange Sicht verspricht eine Verminderung der Düngstoffzufuhr am ehesten Erfolg.
e Drosselung der Zufuhr von Phosphorverbindungen erscheint dabei am aussichtsreich-
, weil 1. in oligotrophen (nährstoffarmen) Seen unseres Gebietes Phosphat nur in äussers
ngen Mengen vorkommt, 2. die natürlichen Zuflüsse unserer Seen ebenfalls sehr wenig
sphat enthalten, sofern sie nicht durch menschlichen Einfluss verunreinigt sind, 3. Regen-
ser oft erhebliche Mengen von pflanzlich verwertbaren Stickstoffverbindungen enthält
n Wasser lebende Bakterien und Blaualgen unter gewissen Bedingungen imstande sind
förmigen Stickstoff organisch zu binden, 5. aus faulenden Organismenteilen die Stickstoff-
bindungen in höherem Prozentsatz in den Stoffkreislauf zurückkehren als Phosphorver-
dungen und 6. die Phosphate sich aus Abwässern besser entfernen lassen als die Stick-
ffverbindungen; dies ist in biologischen Kläranlagen mit Zusatz von
llungsmitteln möglich. Da die Seesanierung primär nicht ein Sauerstoffproblem
dern ein Düngstoffproblem ist, können gewisse Erfolge durch die direkte Ableitung des
rstoffreichen Tiefenwassers erzielt werden. Beim Greifensee dürfte es gelingen, mit einer
a 500 m langen Leitung pro Sekunde 1 bis 2 m^3 Tiefenwasser abzuleiten und dadurch die
Sommer von Fischen bewohnbare Wasserschicht von nur 5 m Mächtigkeit auf gegen 10 m
erhöhen.

Eine Bekämpfung der Uferalgen mit chemischen Mitteln ist heute erst an eng begrenzten
rstellen möglich; dabei ist auf die Lebensansprüche der übrigen Wasserorganismen Rück-

magnetischer Felder und als Multiplikatoren. Das Vorzeichen des Hall-Effektes gibt Auskunft darüber, ob der Strom durch Elektronen (n-Typ) oder Löcher (p-Typ) transportiert wird.

Die beiden Halbleitertypen werden aus hochgereinigten Elementen oder Verbindungen, durch Beigabe sehr kleiner und geeigneter Verunreinigungen, hergestellt. Grenzt in einem Kristall ein n-Gebiet unmittelbar an ein p-Gebiet, so entsteht ein Gebilde von höchst interessanten physikalischen und praktisch bedeutsamen Eigenschaften. p-n-Übergänge wirken als Gleichrichter und Photoelemente (Solarbatterien) und bilden die Grundlage für die Wirkung der Transistoren.

In der sogenannten Tunnel- oder Esaki-Diode grenzen hoch dotierte und entartete p- und n-Gebiete aneinander. Infolge der speziellen Lage der Energiebänder zueinander, entstehen sehr grosse innere elektrische Felder, welche zu einer Feldemission von Elektronen aus dem Valenzband des p-Halbleiters und zu einem Übertritt von Elektronen aus dem Leitungsband des n- in den p-Halbleiter durch Tunneleffekt führen. Esaki-Dioden besitzen in bestimmten Stromspannungsbereichen fallende Charakteristiken und können daher als Schwingungserzeuger gebraucht werden. (Autoreferat)

6. Februar 1961: Dr. med. K. Bättig, Zürich:

Nervensystem und psychische Leistungen beim Tier

Psychisches Geschehen kann definiert werden durch die Gegenüberstellung zum reflektorischen Geschehen. Eine zeitlich, qualitativ und quantitativ gesetzmässig ablaufende Beantwortung eines Reizes ist reflektorisch. Bei der psychischen Leistung modifiziert ein variabler Faktor Qualität, Quantität und zeitlichen Ablauf der Reaktion auf einen Reiz.

Reaktionen von Einzelteilen eines Lebewesens sind meistens reflektorischer Art; Reaktionen von Gruppen von Einzelteilen oder vom Gesamtorganismus sind dagegen nicht reflektorischer Art. Sie werden geordnet und «organisiert» durch den erwähnten variablen Faktor, dessen Gesetzmässigkeit die experimentelle Psychologie durch die Beobachtung und Messung des Verhaltens von Lebewesen in einer von Fall zu Fall veränderten Umwelt zu erforschen versucht.

Das Verhalten von Lebewesen besteht aus mehreren Komponenten. Ein Teil davon ist «instinktives» oder artspezifisches Beantworten von Reizen. Ein anderer Teil ist erlerntes Beantworten von nicht spezifischen Reizen. Ein weiterer Teil von Reaktionen wird nicht durch äussere Reize ausgelöst, sondern durch selbständige Vorgänge im Organismus selber, wofür Begriffe wie «Einsicht», «Vorstellung» und «Ideation» geprägt wurden. Keine dieser drei Klassen ist reflektorisch, da in jeder, inbegriffen die Klasse des «instinktiven Verhaltens», Prozesse wie Einsicht, Vorstellung und Ideation eine Rolle spielen.

Die Psychophysiologie versucht, Beziehungen herzustellen zwischen der Funktion einzelner Teile des Nervensystems und dem Verhalten von Tieren.

Für den Affen konnte in den letzten Jahren gezeigt werden, dass die Abtragung von Teilen der sekundären Hirnrinde schwerwiegende Folgen für das Verhalten hat. Nach Abtragung des Temporallappenkortex können die Tiere nicht mehr erlernen, zwischen verschiedenen visuellen oder Geruchsreizen zu unterscheiden. Der gleiche Eingriff am Parietallappen nimmt ihnen die Fähigkeit, Tastreize unterscheiden zu lernen. Nach einem Fokalgebiet für die Unterscheidung akustischer Reize wurde bis jetzt nicht mit Erfolg gesucht. Die Beschädigung des frontalen sekundären Kortex hat wesentlich andere Folgen: Die Affen werden hyperaktiv und verändern ihre soziale Einstellung gegenüber ihren Artgenossen. Das Hauptsymptom nach der Operation stellt die Unfähigkeit dar, aufgeschobene Aufgaben zu lösen. Eine aufgeschobene Aufgabe besteht darin, dass ein Tier auf einen Reiz antworten muss, der ihm früher gegeben wurde und im Zeitpunkt der Reaktion nicht mehr vorhanden ist. Ferner erlernen frontaloperierte Affen verschiedene Unterscheidungen zwi-

schen visuellen, akustischen und Tastreizen nur noch schlecht; sie lernen nur, wenn die Aufgabe unter gewissen speziellen Bedingungen gestellt wird.

Neuere elektrophysiologische Untersuchungen berechtigen zur Hoffnung, die eigentlichen neurophysiologischen Mechanismen des Lernens besser zu verstehen. Es wurde gefunden, dass die Reizung der Formatio reticularis im Zwischenhirn eine vorher ruhende Hirnrinde in starke Tätigkeit versetzt. Dies geschieht nicht nur durch elektrische Reizung dieses Substrates, sondern auch durch einen starken äusseren Sinnesreiz. Verschiedene Arbeiten konnten nun zeigen, dass beim Entstehen einer neuen bedingten Reaktion in diesem funktionellen System charakteristische Prozesse auftreten, die mit der Veränderung des Verhaltens parallel gehen. Auf der andern Seite wurde im Hirn ein Substrat gefunden, dessen Reizung für das Tier angenehm sein muss, da es dafür arbeitet, dort gereizt zu werden. Es wäre also möglich, dass in diesem Gebiet Strukturen vorhanden sind, wo eine Reaktion mit einem neu erlernten Reiz gekoppelt wird, so dass man dieses Gebiet «Belohnungssystem» nennen könnte. (Autoreferat)

20. Februar 1961: P.D. Dr. H. Jäckli, Zürich:

Probleme der Quartärgeologie in ihren Beziehungen zur Bautechnik

Wie jede Naturwissenschaft befruchtet auch die Geologie ständig die Praxis und wird umgekehrt von der Praxis wieder befruchtet. Einige aktuelle Aspekte solcher gegenseitiger Beziehungen, und zwar im speziellen die Querverbindungen zwischen der Quartärgeologie und dem Bauwesen, sollen im folgenden beleuchtet werden.

Der Einbruch des Lötschbergtunnels am 24. Juli 1908, bei welchem 25 Mineure von den aus den Alluvionen des Gasterentales einbrechenden Sand- und Kiesmassen verschüttet wurden, bewies für das Gasterental eine bis dahin in dieser Grösse kaum vermutete Glazialerosion, die zur beckenförmigen Übertiefung des Felsuntergrundes um mehr als 200 m geführt hatte. 35 Jahre später ergaben seismische und mechanische Sondierungen für das damals projektierte Grosskraftwerk Urseren, dass auch unter dem Talboden von Andermatt durch Glazialerosion ein Felsbecken von rund 260 m Tiefe geformt worden war, so dass über dem Scheitel des Gotthardtunnels eine Felsüberlagerung von lediglich 36 m übrig blieb.

In diesen und ähnlichen Fällen vermag die Bautechnik der Geologie genetische und erdgeschichtliche Erkenntnisse zu vermitteln, die lediglich durch geologische Oberflächenbeobachtungen allein nie beschafft werden könnten.

Anderseits ist der Geologe in der Lage, dem Bauingenieur wichtige Informationen zu liefern, indem er die Bildungsweise und die geologische Geschichte der quartären Sedimente abklärt, die beispielsweise als Baugrund dienen sollen. Ein Hilfsmittel ist dabei der Belastungsversuch mittels Lastplatten. An einem Seebodenlehm, einem postglazialen Flußschotter und einer Grundmoräne, die alle drei im Sihlbett in Zürich zwischen der Brunau und dem Sihlhölzli jüngst untersucht wurden, lässt sich leicht folgende Gesetzmässigkeit demonstrieren: In der Moräne, soweit sie noch die ursprüngliche Lagerungsdichte aufweist und nicht sekundär aufgelockert ist, wirkt die Vorbelastung durch das einstige Gletschereis der Würmvergletscherung bis auf den heutigen Tag noch nach, dank dessen sie sehr grosse M_E-Werte (Zusammendrückungsmodul) aufweist, während sich die jüngeren, nicht vorbelasteten Seebodenlehme der Brunau unter der aufgebrachten Last wesentlich stärker, die Sihlschotter in Funktion der Tiefe viel ungleichmässiger deformieren, demnach kleinere beziehungsweise stärker streuende M_E-Werte aufweisen als die Moräne.

Die immer grösser und zahlreicher werdenden Kiesgruben beginnen in oft gefährlicher Weise unsere Grundwasservorkommen zu tangieren, da die quartären Schotter — glücklicherweise oder leider — gleichzeitig unsere wichtigsten Kieslieferanten und unsere besten Grundwasserträger sind.

Zudem schlagen die Schottergruben immer hässlichere Wunden in geologisch typische Geländeformen, die vom Standpunkt des Natur- und Landschaftsschutzes aus erhaltungs-

würdig wären. Aber gelegentlich liefern solche Abbaustellen wichtigste quartärgeologische Aufschlüsse, die der geologischen Wissenschaft wie auch dem Unterricht als wertvolle Studienobjekte und Exkursionsziele erhalten bleiben sollten. Der Geologe gerät in solchen Fällen in die paradoxe Situation, dass er etwas von der Bautechnik künstlich Geschaffenes als erhaltenswert deklariert und, analog grosser Findlinge, markanter Moränenwälle oder typischer Quellen und Grundwasseraufschlüsse, unter Schutz zu stellen wünscht.

(Autoreferat)

29. Mai 1961: Prof. Dr. F. Büchner, Freiburg im Breisgau:

Die Biologie und Pathologie der Parenchymzelle im Lichte moderner Methoden

Die klassische Biologie und Pathologie haben die Parenchymzellen, also die zellulären Träger der spezifischen Organfunktionen, mit den Methoden des Lichtmikroskops bei Vergrösserungen bis auf das Zweitausendfache untersucht. Wichtige Teilstrukturen der Zelle konnten sie damit nicht erfassen, in die Biochemie der Zelle konnten die klassischen Methoden nur schwer eindringen. Die modernen Methoden, vor allem das Elektronenmikroskop mit Vergrösserungen bis zum 200 000fachen und darüber, die Zytophotometrie, die Zytochemie, auch im elektronenmikroskopischen Bild, sowie die Histoautoradiographie haben diese Situation grundsätzlich gewandelt.

Aus der Elektronenmikroskopie wird die Biologie und Pathologie der Herzmuskelzelle als Beispiel dargestellt. Bei der systolischen Kontraktion der Herzmuskelzelle werden feinste Aktinfäserchen in die Lücken der Myosinfäserchen verschoben, bei der Diastole werden diese Verschiebungen wieder gelöst (Huxley). Der Vorgang erfordert Energie. Diese Energie wird, wie in anderen Zellen, in der Herzmuskelzelle durch die Zellatmung, durch die Atmungsketten-Phosphorylierung und durch Stoffwechselzyklen, besonders den Zitronensäure-Zyklus, in bestimmten Ultrastrukturen, den Mitochondrien, bereitgestellt.

Die Einfaltungen der Hüllmembranen der Mitochondrien, die Cristae mitochondriales, wurden von Sjöstrand als Träger geordneter Enzymsysteme der Zelle angesehen. Nachdem unsere Mitarbeiter Elisabeth Mölbert, Otto von Deimling und Franz Duspiva 1959 an der Niere ein phosphatabspaltendes Enzym, die alkalische Phosphatase, durch Koppelung des Phosphats an Blei-Ionen elektronenmikroskopisch am Orte sichtbar machen konnten, bedienten sie sich 1960 der gleichen Blei-Phosphat-Methode an der Herzmuskelzelle. Setzten sie Glukose-1-Phosphat als Substrat zu und fügten sie gelöstes Blei hinzu, so wurde das Bleiphosphat elektiv an den Cristae mitochondriales, nicht an der Hüllmembran der Mitochondrien der Herzmuskelzelle ausgefällt. Das Enzym zur Umwandlung von Glukose-1-Phosphat in Glykogen sitzt also an den Mitochondrien der Herzmuskelzelle. Es ist daher verständlich, dass nach neuesten elektronenmikroskopischen Untersuchungen von Themann (1961) das Glykogen die Mitochondrien umlagert.

Bei Hemmungen der Zellatmung zum Beispiel durch Sauerstoffmangel-Atmung oder durch atmungshemmende Gifte werden nach Untersuchungen von Mölbert 1958 sowie Büchner, Mölbert und Thale 1959, 1960 die Cristae mitochondriales mehr oder minder intensiv zerstört. In diesen Fällen wird das Glukose-1-Phosphat-spaltende Enzym von den Mitochondrien abgelöst und durch die Tubuli der Herzmuskelzelle in den Interzellularraum abtransportiert.

So wird es verständlich, warum zum Beispiel bei den Durchblutungsstörungen des Herzmuskels, die so häufig vorkommen, schwere energetische und nicht selten tödliche energetisch-dynamische Insuffizienzen des Herzmuskels entstehen. So gewinnen unsere Beobachtungen unter anderem Beziehungen zu den klinisch-kardiologischen Arbeiten von Max Holzmann und Robert Hegglin.

Aus der Histoautoradiographie wollen wir Untersuchungen zum Stoffwechsel der Kanzerisierung, das heisst der Umwandlung der normalen Parenchymzellen in Krebszellen erörtern. An den Mitochondrien, also

den Atmungsorganellen, und somit an der Zellatmung ändert sich nach fremden und eigenen Untersuchungen bei der Kanzerisierung nichts. Dagegen finden sich ausgesprochene Änderungen in dem Struktursystem Kern-Nukleolus-strukturiertes Zytoplasma, das heisst in dem Stoffwechselsystem DNS-RNS-Strukturprotein. In dem Nachweis der Änderungen dieses Systems bei der Kanzerisierung haben uns vor allem die Untersuchungen unserer Mitarbeiter Oehlert und Coté 1960/61 mittels Histoautoradiographie zu wichtigen Ergebnissen geführt:

Die Methode der Histoautoradiographie ist eine Frucht der modernen Isotopenforschung, die durch von Hevesy entwickelt und durch ihn und vor allem durch Rrrrrrrrrr und Schönheimer in die Biochemie eingeführt wurde. Sie ermöglicht die Markierung von Bausteinen organischer Stoffe, besonders durch radioaktive Isotope, und den Nachweis des Einbaues der markierten Stoffe in den verschiedenen Organen.

Um diese Methode auf bestimmte Parenchymzellen und deren Strukturen anzuwenden, bedarf es der Histoautoradiographie. Nach Injektion radioaktiv markierter Stoffe in das Blut werden von den zu untersuchenden Geweben feinste Mikrotomschnitte angefertigt. Die Schnitte werden mit einem dünnen photographischen Film überschichtet. Die von den radioaktiv markierten Baustufen ausgehenden Strahlen erzeugen auf dem Film eine punktförmige Schwärzung, ein Silberkorn. So entsteht ein Abbild der Strukturen, und an der Zahl der Silberkörner können Unterlagen für die quantitative Erfassung des Einbaues gewonnen werden.

Für die Kanzerisierung der Parenchymzelle ergab sich beim Hautkrebs der Maus durch Methylcholanthren mit dieser Methode das folgende: wurde Tritium-markiertes Leucin, also eine Aminosäure, als Baustein der Eiweißsynthese während der Kanzerisierung in verschiedenen Stadien in das Blut injiziert, so war im Ablauf der Kanzerisierung eine Steigerung des Einbaues, also der Bildung von Polypeptidketten auf das Fünf- und Mehrfache zu beobachten. Das gleiche galt von der Bildung der RNS nach Markierung durch Tritium-Cytidin.

Während DNS in der Norm nur in 6 % der Zellen der Mäuse-Epidermis verdoppelt wird, erreichte die Verdoppelung, gemessen am Einbau von Tritium-Thymidin, 30 % und im beginnenden Krebs 90 %. Diese Befunde bestätigen in exakter Form gewisse Beobachtungen von Professor von Albertini.

Für die Kanzerisierung wird aus den Befunden folgende Hypothese abgeleitet: in der Norm wird durch die Bildung von Strukturprotein die Synthese von DNS so gesteuert, dass sie in der Funktionsphase der Parenchymzelle nicht verdoppelt wird. Durch krebserzeugende Stoffe wird die Bildung von spezifischem Strukturprotein erschwert und schliesslich irreversibel unterdrückt (Weiler 1959). Dadurch versagt die Steuerung der DNS-Synthese. Diese kommt nicht mehr zum Stillstand. Daraus resultieren fortgesetzte Kern- und Zellverdoppelungen. Diese äussern sich im schrankenlosen Wachstum des Karzinoms. (Autoreferat)

Buchbesprechungen

A. Frey-Wyssling: Submikroskopische Cytologie, Schleiden-Vorlesung. Nova Acta Leopoldina Nr. 147, Bd. 22 (1960). 35 S. mit 15 Abb.

Der Verfasser gibt im vorliegenden Vortrag, den er anlässlich der Entgegennahme der Schleiden-Medaille gehalten hat, einen vorbildlich klaren Überblick über den Stand der Zellplasmaforschung. Untersuchungen des eigenen Institutes sowie zahlreiche weitere neueste Arbeiten dienen einer zusammenfassenden Synthese.

Das Elektronenmikroskop hat eine Reihe von Strukturen aufgedeckt, die mit überzeugender Einheitlichkeit in den Zellen aller Lebewesen nachzuweisen sind. So ist das Grundplasma überall durchzogen von einem aus Doppellamellen gebildeten Kanalsystem, das mit der Kernmembran in Verbindung steht. Angelagert an dieses endoplasmatische Reticulum sind die Ribosomen, an deren Substrat sich die Eiweiss-Synthese vollzieht. Die Realität des ebenfalls lamellär gebauten Golgi-Apparates steht jetzt fest. Professor Frey vertritt die Auffassung, dass von den Golgi-Körpern die Bildung des Reticulums ausgehe. Besonders eindrucksvoll wird die Entwicklung der Mitochondrien (Träger der Atmungsfermente) und der Plastiden (Blattgrünkörner) aus submikroskopischen Elementarkörperchen dargestellt.

Charakteristisch für den Verfasser ist die Art und Weise, wie er auf Grund gesicherter Befunde Theorien entwickelt und einleuchtende Hypothesen vorschlägt, die für die weitere Forschung wegweisend sind. So wird auf die Bedeutung von zwei für alle Organismen geltende Prinzipien der Zelldifferenzierung hingewiesen: es sind dies das Doppellamellenprinzip, das unter anderem im endplasmatischen Reticulum, in den Mitochondrien, den Plastiden und den Golgi-Körpern verwirklicht ist, und das Fibrillenprinzip der Stütz- und Kontraktionsfasern. Schliesslich zeigt die Arbeit originelle Lösungsmöglichkeiten für die Problematik, die sich ergibt, wenn es darum geht, Struktur und Funktion zu verbinden und den biochemischen Ablauf der Lebensvorgänge am submikroskopischen Substrat zu verstehen.

Ernst Hadorn

Hedi Fritz-Niggli: Vererbung bei Mensch und Tier. Eine Einführung in die Genetik. 2., verbesserte Auflage. Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1961. XI, 269 S., 129 Abb., und 55 Tab. DM 23.—.

Die Genetik wird zu einer immer differenzierteren Wissenschaft; sie teilt sich auf in zahlreiche spezialisierte Gebiete, und nicht einmal der Fachmann ist mehr imstande, alle ihre Zweige zu beherrschen, ja er kann sie kaum noch überblicken. Anderseits gewinnt die Genetik eben durch ihre Ausweitung auf die Medizin und zahlreiche Zweige der Biologie zunehmend an allgemeiner Bedeutung. Dementsprechend nimmt auch das Interesse immer grösserer Kreise für Vererbungsprobleme, insbesondere für menschliche Vererbung, zu. Es ist sicher ein sehr verdienstvolles Unternehmen und zugleich ein Wagnis, einem Publikum, das mit der Genetik bekannt werden möchte, ohne sehr viele Voraussetzungen mitzubringen, diese komplexen Verhältnisse verständlich zu machen. Beim Lesen des Buches staunt man immer wieder über die Mannigfaltigkeit der besprochenen Fragen und die Zahl der vorgelegten Beispiele. Eine solche Vielfalt und die daraus folgende Zusammendrängung des Stoffes bringen natürlich auch Nachteile mit sich. Einzelne Abschnitte, wie diejenigen über chromosomale Aberrationen beim Menschen, S. 118, die Glatzenvererbung, S. 142, und die Hämoglobinanomalien, S. 221, sind so zusammengedrängt, dass Inhalt und Stil darunter leiden. Diese Schwierigkeiten sind durchaus einfühlbar, könnten aber sicher bei einer späteren Überarbeitung behoben werden. Das Buch besticht auf den ersten Blick durch seine wirklich prächtige Ausstattung. Die Abbildungen verdienen sowohl in künstlerischer als didaktischer Hinsicht grösste Anerkennung.

G. J. P. A. Anders, Groningen

-ELISABETH MEFFERT: Die Wirkung der Substanz von *Scenedesmus uus* als Eiweissquelle in Fütterungsversuchen und die Beung zur Aminosäure-Zusammensetzung. Forschungsberichte des Nordrhein/Westfalen, Nr. 952, 1961, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 48 S., 15. Tab.

che *Chlorella*- und *Scenedesmus*-Arten produzieren unter günstigen Kulturbedin- bei gleichzeitig starker Substanzvermehrung viel mehr Protein als unter vergleich- Bedingungen höhere Pflanzen. Die Trockensubstanz von *Scenedesmus* kann dann 50 bis ohprotein enthalten. Über die Eiweissproduktion dieser Algen und über ihre Eignung tterungszwecke liegt deshalb schon eine ansehnliche Literatur vor. In diesem jüngsten von M.-E. MEFFERT erfolgt die Zusammenstellung von Ergebnissen von 50 Literatur-

r vergleichbaren Versuchsbedingungen ergaben Fütterungsversuche mit Substanz *enedesmus obliquus* an Ratten, Küken und Schweinen Zuwachswerte, die sich von t tierischem Eiweiss ernährten Kontrollen nicht oder nur wenig unterschieden. Für aus *Scenedesmus obliquus* aus Ei, Milchprotein und Hefe wird der Unterschied im an zehn Aminosäuren aufgeführt. Nicht nur der Gesamtproteingehalt ist für die iere von Bedeutung, sondern auch der Gehalt an einzelnen Aminosäuren. Trotzdem h MITCHELL und OSER berechnete biologische Wertigkeit des *Scenedesmus obliquus*- s deutlich unter der des Milch-, Eier- und Fischmehl-Proteins liegt, erzielte man bei erfütterung von Algentrockensubstanz als Eiweissquelle an Ratten, Küken und ne doch denselben Gewichtszuwachs wie bei der Verfütterung von tierischem Ei- (Milch-, Eier- und Fischmehl-Eiweiss). Es wird versucht, diese Ergebnisse mit der neten biologischen Wertigkeit der in den verschiedenen Tierversuchen verwendeten smischungen zu erklären.

Trockensubstanz einer Algenart kann in ihrem Gehalt an Protein, Lipoiden, Kohle- en, Vitaminen und anderen Stoffen, je nach den Kulturbedingungen (Konzentration sammensetzung der Nährlösung, Belichtung, Alter der Zellen, beziehungsweise Dauer

Ein einleitendes Kapitel erläutert die geographische Stellung des Sees mit Hinweisen auf Klima und Erforschung der Vegetation und deren Zonierung (MARKGRAF, REGEL, GREBENSCIKOV und anderen). Physiographisch und limnologisch von grosser Bedeutung ist der typische Charakter als Karstgewässer. Immerhin ist die Härte mit 7 bis 8 französischen Härtegraden niedriger als bei den meisten schweizerischen Seen mit kalkreichem Einzugsgsgebiet (Monatsbulletin Schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm., 1953). Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Oberfläche des Ohridsees im Vergleich zur Entwässerungsfläche (680 km²) gross ist. Die Verdunstungsgrösse des Seespiegels ist noch unbekannt.

Der Ohridsee gehört sensu FOREL zu den tropischen Seen, indem die Temperaturen in Tiefen von 200 bis 285 m bei 5,6 bis 6,0° C liegen. Für die volle Durchmischung der Wassermassen kommen die Monate Februar und März in Betracht, doch gehört der See infolge schwankender Witterungseinflüsse zum fakultativ meromiktischen Typus. Die Sauerstoffsättigung erreicht im Tiefenwasser nicht jedes Jahr 90 % (18. Februar 1951 = 64,5 %; 26. März 1949 = 92,7 %). Die Temperatursprungschicht, selten deutlich ausgebildet, liegt im Sommer bei etwa 10 bis 25 m Tiefe, was verständlich macht, dass das Oberflächenwasser nicht aussergewöhnlich warm wird (23 bis 25° C). Gelöste Phosphate erreichen im Oberflächenwasser dieses oligotrophen Sees kaum die Erfassungsgrenze, und auch der Nitratgehalt ist klein, während in den Zuflüssen bis 2 mg/l Nitratstickstoff gefunden wurden. Fast unglaublich ist das Vorhandensein von 20 mg/l Ammoniakstickstoff im Tiefenwasser (S. 101). Minimumstoff scheint hier ebenfalls primär das Phosphat zu sein. In wasserchemischer Beziehung erlaubt die Beschreibung des nährstoffarmen Ohridsees interessante Vergleiche mit den verhältnismässig nährstoffreichen, grossen Schweizer Seen.

Auch über die bisher untersuchten Planktongemeinschaften des Sees gibt das Buch von STANKOVIC in übersichtlicher Weise Auskunft, wobei gegenüber den zentraleuropäischen Seen viel Gemeinsames ersichtlich ist, aber auch überraschende Unterschiede hervortreten. Die benthischen Biozönosen sind eingeteilt in Litoral-, Sublitoral- und Profundal-Lebensgemeinschaften, und in einem kleinen Abschnitt unter «Leben rund um den See» sind auch die Wasservögel aufgeführt, die vermutlich für die Lenkung der Fischpopulation eine beachtliche Bedeutung haben.

Rund ein Drittel des Buches ist biogeographischen Studien gewidmet, wobei eine Zusammenstellung der Lebewelt des Sees und seiner Endemismen hauptsächlich über die tierischen Formen Aufschluss gibt. Angaben über Ursprung und Geschichte des Sees und über eine biogeographische Analyse seiner Lebewelt erfüllen diesen Abschnitt. Ein weiteres Kapitel orientiert über die fischereilichen Verhältnisse; dabei ist zu ersehen, dass gewichtsmässig nur knapp die Hälfte des Fischertrages aus Cypriniden besteht (27 % *Alburnus albidus alborella*, eine gutwüchsige Form, die hauptsächlich ihrer Schuppen wegen in grossen Mengen gefangen wird zwecks Herstellung künstlicher Perlen). Im übrigen stellt also der Ohridsee einen typischen Salmonidensee dar mit den beiden endemischen Formen *Salmo letnica* Kar. und *Salmothymus ohridanus* Steind.; die Gattung *Esox* fehlt. Trotz natürlicher Fortpflanzung wird versucht, den Fischbestand durch künstliche Fischzucht zu erhalten und zu heben, was in Zusammenarbeit mit der hydrobiologischen Anstalt in Ohrid geschieht. – Die Abbildungen von typischen Uferpartien und von charakteristischen Organismen ergänzen die limnologische Beschreibung des Sees in willkommener Weise. E. A. THOMAS

ERICH THENIUS und HELMUT HOFER: Stammesgeschichte der Säugetiere. Eine Übersicht über Tatsachen und Probleme der Evolution der Säugetiere. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960. 322 S., 53 Abb. im Text, 2 Tab. Fr. 83.85.

Das neuerdings feststellbare Interesse an phyletischen Problemen hat nach der kritischen Periode um die letzte Jahrhundertwende, in welcher deszendenztheoretische Untersuchungen verpönt waren, mancherlei Ursachen. In erster Linie trug die paläontologische Forschung seit den letzten Dezennien in unermüdlichen Grabungsarbeiten an bisher unerschlossenen

zur Häufung eines reichen Fossilmaterials bei, das weitere erdrückende Beweise für stammungslehre erbrachte. Die Ergebnisse der modernen Biologie, Genetik, Ökologie stematik führten gleicherweise zur Bestätigung verwandtschaftlicher Beziehungen n verschiedenen Tier- und Pflanzenarten. Insbesondere ist ohne eine Abklärung verwandtschaftlicher Beziehungen und der Abstammungsverhältnisse eine moderne atik nicht durchführbar. Aus alledem ergibt sich die Notwendigkeit einer genaueren is dieser Beziehungen, die auch eine tiefere Einsicht in das Evolutionsgeschehen zu versprechen. Ausdruck dieser Bemühungen ist die Stammbaumforschung, wobei die e Darstellung von Stammbäumen ein anschauliches Mittel bildet, die Ergebnisse solorschungen unmittelbar bekanntzugeben. Dass hiebei, seit DARWIN's Abstammung des en 1871, der Mensch als Säugetier im Vordergrund des Interesses steht, ist selbstverch, und damit auch, dass sich dieses Interesse vor allem generell auf die Tatsachen obleme der Evolution der Säugetiere, insbesondere der Primaten, konzentriert.

über nach den neuesten Ergebnissen der Forschung erschöpfend und in anregender Auskunft zu geben, ist das vorliegende Werk hervorragend geeignet. In einem ersten einen Teil versucht es Grundsätzliches zur stammesgeschichtlichen Forschung aufzuund in einem zweiten morphologisch-anatomischen Teil die Grundzüge der Gebissologie, die anatomischen Kennzeichen und Paläoneurologie der Säugetiere bekanntzuIm dritten, umfangreichsten systematischen Teil erfahren sämtliche rezenten und ausenen Stämme, Ordnungen und Familien der Säugetiere eine einlässliche Besprechung mmesgeschichtliche Beurteilung. Besonders erwähnenswert sind die originellen bildDarstellungen, welche chronologisch und in stammbaumförmiger Anordnung die on sämtlicher Gruppen der Mammalier von den mesozoischen primitivsten Represenbis zu den heute lebenden Formen veranschaulichen. Tatsächlich gelangen in diesen trotz der Schwierigkeiten einer planprojizierten Darstellung stammesgeschichtlicher onsvorgänge die besonderen Eigenheiten und Differenzierungen in jedem der vernen Stämme der Säugetiere eindrucksvoll zur Wiedergabe. Eindeutig sind in allen eine gemeinsame Wurzel konvergierenden Deszendenzreihen, rückführend von den edenartigsten Endformen, eingezeichnet, so auch innerhalb der Stammbäume der Priund Hominoiden, und ganz generell in jenem der Säugetiere, von einer therapsidentigen Mammaliervorstufe. Es ist deshalb nicht ganz verständlich, weshalb verschiedente polyphyletische Entwicklung der Säugetiere betont wird, an der heute nicht mehr zu n sei. Offensichtlich wird hierbei – und dies geschieht hin und wieder auch bei manchen n Autoren – eine mehrfache, divergierende Differenzierung mit einer polyphyleti-

EDUARD THOMMEN: Taschenatlas der Schweizer Flora. 3. Auflage, bearbeitet von ALFRED BECHERER. Birkhäuser Verlag, Basel 1961.

In dritter Auflage liegt der Taschenatlas der Schweizer Flora von EDUARD THOMMEN vor. Die Überarbeitung besorgte ALFRED BECHERER, der seit vielen Jahren die «Fortschritte der Floristik» in den Berichten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft verfasst und der seit 1957 auch die Herausgabe der Schul- und Exkursionsflora von AUGUST BINZ übernommen hat.

Die neue Auflage bringt keine allzu grossen Änderungen. Namentlich ist der Bildteil unverändert geblieben. Der einführende Teil und die an den Schluss gestellten Anmerkungen sind im Hinblick darauf, dass die meisten Benützer zugleich auch den «BINZ» verwenden, kürzer gefasst worden. Die wichtigste Veränderung ergibt sich in der Nomenklatur, indem nun auch im Taschenatlas die von BECHERER anderweitig begründeten und auch im «BINZ» eingeführten Namensänderungen Aufnahme gefunden haben. BECHERER ist dabei sehr zurückhaltend und hält in fraglichen Fällen stets am eingebürgerten Namen fest. Dass trotzdem eine bedeutende Verschiebung vorliegt, muss darauf zurückgeführt werden, dass eine Reihe von europäischen Autoren in den letzten Jahren mit nomenklatorischen Untersuchungen hervorgetreten ist, als deren Niederschlag sich diese Namensänderungen einstellen. Dabei besteht jedoch die Hoffnung, dass bei konsequenter Anlehnung an die internationalen Nomenklaturregeln nach und nach doch eine grössere Stabilität erreicht werden wird.

Der «THOMMEN», wie der Taschenatlas gemeinhin genannt wird, wird in seiner neuen Auflage wiederum sowohl dem Fachbotaniker wie dem interessierten Laien wertvolle Dienste leisten. Seine kleinen Schwarzweissfiguren mit Angabe der Blütenfarbe sind hervorragend auf das Typische der einzelnen Arten ausgerichtet, wobei wichtige Einzelheiten – und zwar gerade jene, die im Schlüssel des «BINZ» diagnostisch verwendet werden – vergrössert wiedergegeben sind.

Mag es sich nun darum handeln, nach längerer Winterpause einen vergessenen Namen, den man noch im Unterbewusstsein hat, rasch wieder zu finden, darum, eine mit der Flora von BINZ gewonnene Bestimmung zu überprüfen oder darum, die wichtigsten Unterschiede zweier verwandter Arten oder Gattungen sich zu vergegenwärtigen, immer wird man mit Erfolg zu diesem sich bescheiden gebenden, aber überaus wertvollen Hilfsmittel der Floristik greifen.

H. U. STAUFFER

OPTIK
MIKRO

PHOTO
KINO

W. KOCH OPTIK AG
ZÜRICH Bahnhofstrasse 17

....für gute Clichés zu Pesavento

R. Pesavento Söhne, Clichéanstalt
Zürich 2, Bluntschlisteig 1
Tel. (051) 23 76 50

Endlich ist es da, das

↕TELESKOP

grosser Leistung bei minimstem Platzbedarf (6fache Verkürzung der Tubuslänge durch Kombination von Linse und Spiegel).

Überzeugen Sie sich selbst! Unverbindliche Vorführung!
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller

E. POPP TELE-OPTIK
Luchswiesenstrasse 220, Zürich 51
Telephon (051) 41 75 06

GROSSE KULTUREN DER FRÜHZEIT

In Ganzleinen kostet jeder Band Fr. 29.—

Die Welt der Hethiter
von Dr. M. RIEMSCHNEIDER

Ur, Assur und Babylon
von Prof. Dr. H. SCHMÖKEL

Die Welt der Ägypter
von Prof. Dr. W. WOLF

Kreta, Mykene, Troja
von Prof. Dr. F. MATZ

Die Welt der Perser
von Prof. Dr. H. H. v. d. OSTEN

Die Welt der Bibel
von Prof. Dr. A. JIRKU

Die Nordgermanen
von Dr. E. GRAF OXENSTIERNA

Das Alte China
von Prof. Dr. E. v. CONSTEN

Das Alte Amerika
von Prof. Dr. H. TRIMBORN

Die Welt der Kelten
von Prof. Dr. J. MOREAU

Das Frühe Indien
von Prof. Dr. H. MODE

Die Welt der Etrusker
von Prof. Dr. L. BANTI

Als Ergänzungsband erscheint 1962 in gleicher Ausstattung **Vorgeschichtliche Welt** von Prof. Dr. F. BEHN. Eine Darstellung der Entwicklungsstufen vor dem Aufstieg der Hochkulturen

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen

FRETZ & WASMUTH VERLAG AG ZÜRICH

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

Redaktion: Fehrenstrasse 15, Zürich

Hundertundsiebenter Jahrgang, 1962

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Inhaltsverzeichnis

FEN, R.: Transport und Verteilung von markierten Substanzen III (mit 8 Abb. und ab.) 31
FEN, R.: Transport und Verteilung von markierten Substanzen V (mit 2 Abb.) 41
, E.: Der Bergsturz von Bormio (mit 8 Abb.) 233
R.: Aus dem Arbeitsgebiet des Kieferorthopäden (mit 11 Abb.) 17
E, R.: Zur Altersfrage des höheren und des tieferen Deckenschotters in der Nordostschweiz 221
HTECK, ELISABETH: Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommender Ameisen- n (mit 15 Abb. und 1 Tab.) 213
OLD, W.: Vorzugstemperatur, Temperaturwahl und Temperaturabhängigkeit der Be- ungsaktivität bei *Drosophila subobscura* und *Drosophila obscura* (mit 8 Abb. und 1 Tab.) 147
B.: Über einige Fragen der Gebissgestaltung (mit 11 Abb.) 117
RVAIN, F.: Der Stein in der Baugeschichte Zürichs (mit 16 Abb.). 1
RRENBERGER, H.: Über einige interessante Reptilienfunde in der libyschen Wüste (mit bb.) 141
RRENBERGER, H.: Neuer Fund der afrikanischen Hausschlange, *Boaedon fuliginosum fuli- sum* (Boie) in Südmarokko (mit 2 Abb.) 211

BURCKHARDT (1873—1961) 325
.IN BAESCHLIN (1881—1961) 326
(1885—1962) 327
ч (1898—1962) 327
1879—1962) 328

ım 70. Geburtstag von Prof. Dr. H. FISCHER 330

NGZ

1961: Prof. Dr. H. U. DÜTSCH, Zürich: Atmosphärisches Ozon und Zirkulation
'atosphäre 331
:r 1961: Dr. med. R. HUNSPERGER, Zürich: Aktivierung von Wut- und Angst-
gen beim Tier durch Hirnreizung 332
:r 1961: Prof. Dr. med. R. HEGGLIN, Zürich: Der Stoffwechsel des Herzmuskels 333
r 1961: Prof. Dr. J. P. BLASER, Zürich: Neue Entwicklungen in der Beschleu-
hysik 333
962: Prof. Dr. K. Voss, Zürich: Neue Untersuchungen der Verbiegbarkeit von
ı und Flächen 334
)62: Dr. E. OEHLER, Lausanne: Zytogenetik der Getreidearten 335
1962: Prof. A. JOST, Paris: Recherches sur le contrôle endocrinien de la charge
ène du foie fétal 336
1962: Prof. Dr. A. NIGGLI, Zürich: Erweiterungen des kristallographischen Sym-
griffes 337
:: Prof. Dr. E. BÜNNING, Tübingen: Physiologische Zeitmessvorgänge 338

ıungen

L. und CARDIS, F.: Die Röntgendiagnostik der Lunge 339
R., Erlangen: Medizinische Grundlagenforschung 339
und RUPPEL, W.: Vier Jahre Radioastronomie an der Universität Bonn —
ichtantennen 340
Histologische und mikroskopische Anatomie des Menschen 341
.-R.: Chemie 341
:.: Das Verhalten unserer Schnecken zu den Pflanzen ihrer Umgebung 342
., HOFMANN, F. und SUTER, H.: Sprechende Landschaft 343
Experimentelle Entwicklungsforschung an Amphibien 344
E., LINTON, A. H., FOLKES, B. F. und CARLILE, M. J.: Einführung in die Bio-
Mikroorganismen 344
s, C. und KIRSCHNER, INGE: Die Ausscheidung von Wirkstoffen im Harn von
d Nutztieren 345
Grundzüge der Pflanzenanatomie 346
nd KREBS, A.: Kernstrahlung in der Geophysik 347
.: Verständliche Chemie 347
, O.: The astronomical tables of Al-Khwârizmî 348
Mathematik und plausibles Schliessen 349
t, A. E.: Theoretical geomorphology 350

CHWARZENBACH, F. H.: Botanische Beobachtungen in der Nunatakkerzone Ostgrönlands zwischen 74° und 75° n. Br. . . . . .
UTER, H. und HANTKE, R.: Geologie des Kantons Zürich. . . . . .
OGEL, F.: Lehrbuch der allgemeinen Humangenetik . . . . . .
tzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin . . . . . .

Weitere Veröffentlichung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Neujahrsblatt auf das Jahr 1963 (165. Stück)

ALFRED RUTISHAUSER: Cytogenetik transplantabler tierischer und menschlicher Tumoren (85 Seiten, mit zwei Umschlagbildern, 27 Abbildungen und 19 Tabellen)

Jahrgang 107 Heft 1 März 1962

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
NOV 0 8 1962
LIBRARY

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

Der Stein in der Baugeschichte Zürichs

Von

F. DE QUERVAIN

Aus dem Arbeitsgebiet des Kieferorthopäden

Von

R. HOTZ

Transport und Verteilung von markierten Substanzen III

Von

R. BACHOFEN

Preis Fr. 6.—

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1961: 163. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet. Bestellungen nimmt der Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8 (Postfach Zürich 34), auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: PD Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 7/32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Projektoren
für Farbphotos und Filme
GANZ & CO ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 239773

Der Stein in der Baugeschichte Zürichs *

Von

F. DE QUERVAIN

Die nicht sehr zahlreichen alten Bauten und Bildwerke von Zürich sind eingehend von historischer und kunsthistorischer Seite bearbeitet worden. In zwei Bänden des grossen Werkes «Die Kunstdenkmäler des Kantons Zürich» sind die Ergebnisse der vielen Studien für die Stadt zusammengefasst. Es ist leicht zu verstehen, dass in diesen Veröffentlichungen das Materialmässige des Bau- und Werkstoffes, in unserem Falle des Steines, nicht oder mehr beiläufig behandelt und auch selten in einen grösseren Zusammenhang gestellt werden konnte.

Es erscheint aber doch von allgemeinerem Interesse, einmal den Stein in den Mittelpunkt einer Betrachtung zu stellen. Der Stein trägt sehr wesentliches zum Charakter eines Bau- oder Bildwerkes bei, auch wenn man dies meistens mehr unbewusst wahrnimmt. Beim Studium der Bausteine erfährt man manches Bemerkenswerte über frühere Zeiten: die Steingewinnung und Verarbeitung, Wege und Arten der Beförderung schwerer Objekte, Handelsbeziehungen usw. Man wird auf die Kenntnisse der Baumeister, Steinmetze und Bildhauer über die Vorkommen der Steinarten aufmerksam und ist oft erstaunt über ihre treffende Beurteilung des Verhaltens am Bauwerk. In zahlreichen Fällen gibt ein Studium des Steines auch Aufschlüsse über die Geschichte eines Bauwerkes, besonders vermag es oft Unsicherheiten der Datierung zu beseitigen.

Auch dem Geologen kann es nicht schaden, wenn er den Stein eines alten Bauwerkes genauer ansieht. Sogar der Kenner der lokalen Verhältnisse wird dann und wann eine Steinart oder Varietät entdecken, deren Herkunftszuweisung oder deren Verhalten am Bauwerk ihm Kopfzerbrechen bereitet. Eine Restauration wird nur dann optimal gelingen, wenn man über die Steine des Bauwerkes Bescheid weiss.

Im folgenden werden in erster Linie die Steine der Stadt Zürich bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts behandelt. Mehr zusätzlich sind auch einige Beispiele aus dem weiteren Kantonsgebiet angeführt. Gewiss gibt es Gegenden in der Schweiz mit mannigfaltigeren und in gewissem Sinne auch schöneren Steinanwendungen als gerade Zürich und seine Umgebung. Dies ist natürlich in erster Linie durch die geologischen Gegebenheiten der Region bedingt. Daneben war auch die Art der Zürcher prunkvollen Anwendungen teurer (von weither zu beziehender) Stein-

* Nach einem Vortrag vor der Geologischen Gesellschaft in Zürich.

ialien abhold. Einzelne Gesteinsarten mögen beim Bildersturm, durch die lau- Stadtumgestaltung und die Verwitterung vollständig verschwunden sein. Dass ch ein falsches Bild über das Wesentliche entsteht ist aber kaum anzunehmen. e kunsthistorischen Angaben stützen sich zur Hauptsache auf die Kunstdenk- bände, in einzelnen Fällen auf jeweils zitierte Detailpublikationen. Ein syste- ches Durchgehen der ältern Veröffentlichungen über die Bau- und Bildwerke ns und über seine Wirtschaftsgeschichte war nicht möglich, ebensowenig Nach- ungen in Archiven. Sicher hätte sich daraus noch das eine oder andere Bemer- erte ergeben. Soweit noch durchführbar, sind alle Angaben aus der Literatur Steinanwendungen überprüft worden.

A. Übersicht der Gesteinsvorkommen der Umgebung

e Kartenskizze Abb. 1 gibt eine Übersicht der Gesteinsvorkommen und der sregionen, die für die Stadt Zürich Bedeutung hatten. Die Gesteinsarten des ngebietes lassen sich folgendermassen kurz charakterisieren:

1. Gestein aus lockeren Ablagerungen

ränenblöcke und Findlinge. Direkt durch das Gebiet der Altstadt zieht ie blockreiche Wallmoräne des Linthgletschers. Sie enthält Gesteine aus dem Sihltal, dem Wägital und den Glarner Alpen. Als Bausteine geeignet befunden

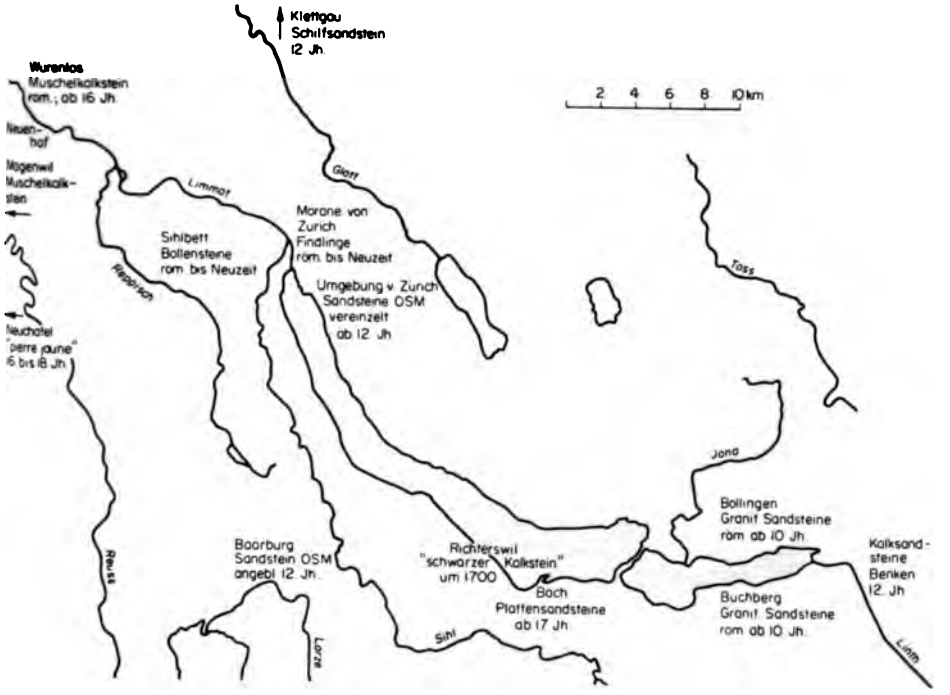


Abb. 1. Herkunft der an alten Steinobjekten in Zürich festgestellten wesentlicheren Steinarten.

oft fleckige Tönungen, grosse Porosität bei meist geringer Festigkeit. Für Zürich war ihre Bedeutung gering; wichtiger waren sie in Gebieten abseits des Zürichsees. Alte Steinbrüche sind im Stadtgebiet heute noch am Loorenkopf sichtbar, verschiedene kennt man vom rechten Ufer, dann von Uitikon, aus dem Knonauer Amt, der Baarburg, der Umgebung von Winterthur.

Sandsteine der marinen Molasse treten ausserhalb der alpennahen Zone (siehe unten) nur im Nordwesten des Kantons auf; für die Stadt Zürich hatten sie keine Bedeutung. Eine Spezialausbildung ist der muschelhaltige grobe Sandstein von Zweidlen. Er diente während Jahrhunderten (angeblich schon in römischer Zeit) für Mühlsteine.

Die alpennahe dislozierte Molasse enthält viel bedeutendere Sandsteinvorkommen. Wichtige Lager befinden sich in nächster Nähe vom Zürichsee und Obersee, also für die Stadt besonders transportgünstig.

Die Plattensandsteine sind wichtig in der aufgerichteten Molasse zwischen der eigentlichen subalpinen Zone und der flachen Region. Sie sind marin (Burdigalien). Ihre Struktur ist immer feinkörnig, die Farbe durch das Mineral Glaukonit grünlichgrau. Sie werden am Bauwerk erst nach sehr langer Zeit bräunlich. Sie sind fester, weniger porös als die meisten Sandsteine des flachen Gebietes, vorwiegend feinschichtig mit Glimmerblättchen auf der Schichtfläche. Am Anstehenden zeigen sie mittel- bis dünnbankige Ablösung und ergeben meist nur Werkstücke von wenigen

icke. Ihre Hauptgewinnung erfolgt bei Bäch und Freienbach. Auch auf der u bestand ein alter Steinbruch.

e granitischen Sandsteine gehören in die Untere Süsswassermolasse tan) der subalpinen Zone. Sie sind fein- bis mittelkörnig, frisch lichtgrau; in nwitterung werden sie rasch dunkler und oft bräunlichgrau. Charakteristisch ie nie fehlenden rötlichen Körner (rote Feldspäte). Meist sind diese Sandsteine ch porös, von mittlerer Festigkeit. Sie treten als mächtige homogene Bänke efern deshalb Werkstücke beliebiger Grösse. Im Bauwesen bezeichnet man sie als Bollinger Sandsteine, auch wenn sie von Schmerikon, Uznaberg oder us stammen. Am Südufer des Obersees (Buchberg) treten neben normalen recht abweichende auf. Einige enthalten grössere Gerölleinschlüsse, andere on erheblich grösserer Festigkeit und Härte.

b) Die Muschelkalksteine

treten als unregelmässige Einlagerungen in der marinen Molasse (Burdi-) nur NW und N von Zürich in der Nähe des Jurarandes auf. Charakteristisch Mischung kalkiger Muscheltrümmer mit Sandkörnern. Ihre Struktur ist grob, ig, die Farbe graubläulich, grünlich oder gelblich. Gesunde grosse Stücke sind us wenigen Vorkommen gewinnbar. Zürich am nächsten gelegen sind die Vor-en von Neuenhof und Würenlos. Bereits entfernter liegt das bekannte elkalksteingebiet von Mägenwil.

Anwendungen in römischer Zeit (siehe S. 9) trifft man diese Steinart in Zürich sonst erst wieder im 16. Jahrhundert. An die früher allgemein übliche Wiederverwendung von Steinmaterial älterer Abbruchobjekte (Spolien) ist stets zu denken.

Bollensteine wurden auch im späteren Mittelalter an weniger aufwendigen Objekten allgemein benützt. So wiesen sichtbares Bollensteinmauerwerk (mit Hausstein als Eckquader) die meisten Türme der dritten Stadtbefestigung (Mitte 13. bis Anfang 14. Jh.) auf, wie dies viele Abbildungen deutlich zeigen. Im bekannten Stadtprospekt von Jos. MURER (1576) wird, im allgemeinen wohl zutreffend, zwischen

Abb. 2. Ausschnitt aus dem Stadtprospekt von Jos. Murer (1576). Rennwegtor in Hausteinquader, der Neuturm aus Bollensteinen. Steinerne Brunnen am mittleren und obern Rennweg und auf dem Münzplatz.

Mauerungen mit Bollensteinen und Quadersteinen unterschieden (Abb. 2). Ebenfalls aus Bollensteinen bestehen die (verputzten) Flächenmauern der Kirchen der Mönchsorden, denen nur bescheidenere Mittel zur Verfügung standen. Bei der kürzlichen Restauration der Augustinerkirche konnte diese Mauerart vom Ende des 13. Jahrhunderts gut gesehen werden. Auch am Chor (14. Jh.) der Predigerkirche sind Bollensteine zu sehen.

Sichtbarem Findlingsmauerwerk begegnen wir häufig ausserhalb der Stadt, besonders schön am romanischen Unterbau des Kirchturmes von Kilchberg (Abb. 3) mit grauen alpinen Kalksteinen und Sandsteinen, grünen Spiliten und roten Sernifiten aus dem Glarnerland, alles Gesteine der unmittelbar unterlagernden block-

Abb. 3. Mauerwerk des Kirchturmes Kilchberg: Bruchsteine von Findlingen, Eckquader aus Sandsteinen des Tortonien.

Abb. 4. Chormauer des Grossmünsters steinmauerwerk des Chores von 1104. E 1230/40 und später, in unregelmäßigen Sandsteinquadern aus der Obern Süsswa lasse. An der Apsis der Zwölfbotenkapell kalkreiche Sandsteine (Buchberg oder E

reichen Moräne. Sehr grossblockiges Mauerwerk zeigen z. B. auch Schloss G see und die Mörsburg.

Die städtischen Hauptkirchen Fraumünster (heutiger Bau) und Grossm sowie der Turm von St. Peter sind in Quaderwerk errichtet. Eine Ausnahme die älteren unteren Chorteile des Grossmünsters (erster 1104 geweihter Chor, A die vorwiegend in Bruchsteinen gefügt sind. Auf Unterschiede der roma Quaderbauweise in den verschiedenen Bauperioden von Schiff und Türm Grossmünsters (etwa 1160 bis 1230) macht die Publikation von WIESMANN aufmerksam.

Einzelne Befestigungstürme wie z. B. der Wellenberg und dann die erst nac erbauten Bollwerke (Augustiner, Rennweg, Oetenbach u. a.) bestanden nach dungen ebenfalls ganz aus mächtigen Quadern (mit Füllmauern aus Bruch Bollensteinen).

An allen mittelalterlichen Quaderanwendungen wiegt der granitische stein weit vor oder ist ausschliesslich vorhanden. In den meisten Fällen han sich offensichtlich um Material von der Nordseite des Obersees: normal Sandsteine mit etwas verschiedener Körnung und Anwitterungsfa

Bemerkt man auch aussergewöhnliche Arten. Zum Beispiel bestehen die Pfeiler in der Augustinerkirche aus einem Sandstein mit sehr grobkörnigen Lagen, wie man sie in neuerer Zeit kaum gewonnen hat; am Grossmünster und am Chor der Predigerkirche finden sich Steine mit Geröllen, die auf den Buchberg hinweisen.

Sandsteine der Oberen Süsswassermolasse sind in der Stadt Zürich offensichtlich wenig gebraucht worden. Man erkennt sie hier ausser an der Färbung an der geringen und ungleichmässigen Quadergrösse. Das Flächenmauerwerk des alten Südturmes des Fraumünsters (1150/70) und die um 1230/40 erbauten Chorteile des Grossmünsters (Erhöhung des Chores von 1104) weisen zum Teil diese Steinart auf (Abb. 4). In der Landschaft, besonders abseits des Zürichsees sind die Sandsteine des Tortonien, jeweils aus lokalen Vorkommen gebrochen, die verbreitetsten Quadersteine gewesen. An vielen alten Kirchen und auch an profanen Steinbauten findet man diesen charakteristischen Stein (sofern er nicht ersetzt worden ist). Das treffendste Beispiel bietet die Klosterkirche von Kappel (Mitte 13. bis Anfang 14. Jh.) in einer schönen braunen Ausbildung. Weiter wären zu nennen die Türme der Stadtkirche von Winterthur in grauen bis lichtbräunlichen Steinen.

An der unteren Südwest- und der anschliessenden Turmfassade des Grossmünsters (1160/70) bemerkt man viele Quader, die sich durch ganz dunkelgraue Farbe mit eckiger, heller Anwitterung vom granitischen Sandstein abheben (Abb. 4). Bei der Restauration der dreissiger Jahre erwiesen sich diese Steine als besonders hart. Es handelt sich um eine sehr karbonatreiche Sandsteinart: Dolomit- und Kalksteinkörner (neben wenig Quarz und Silikaten) sind durch reichlich kalkiges Bindemittel sehr fest verkittet. Am Buchberg kommen einzelne Bänke von ähnlicher Beschaffenheit vor; wahrscheinlicher aber ist die Herkunft aus dem Gebiet von Kaltbrunnerlenken, wo solche dunkle karbonatreiche Sandsteine in der stampischen Molasse verbreitet sind.

Für den Geologen merkwürdig sind viele alte Quader am romanischen Turmunterbau der Kirche in Küsnacht. Sie bestehen aus grobem Sandstein von lichtgrauer Farbe, mit einzelnen kleinen Geröllen, die fast nur aus schlechtgerundeten Gangquarzen bestehen. Aus der Molasse ist bloss aus dem Helvétien der aufgerichteten Zone eine analoge Beschaffenheit bekannt, allerdings nicht vom Zürichsee, sondern vom Rooterberg westlich des Zugersees. Die alten Rundtürme von Zug bestehen übrigens teilweise aus solchen Quarzsandsteinen. Da aber kaum anzunehmen ist, dass Steine vom Rooterberg nach Küsnacht gelangt sind, dürfte diese Ausbildung auch am Zürichsee wenigstens lokal getroffen werden.

Ganz unwichtig waren im Stadtgebiet von Zürich Mauerungen aus Kalktuff. Man traf diese Steinart an Fundamentmauern und Gewölbekappen des Grossmünsters, ferner im Gewölbemauerwerk des Hardturmes. Die Kalktuffvorkommen der näheren Umgebung waren offenbar nicht bedeutend. Im Töss- und Thurgebiet, wo heute noch verschiedene Abbaustellen von Kalktuff sichtbar sind, war die Anwendung viel ausgedehnter. Als schönstes Tuffbauwerk der Landschaft, allerdings aus jüngerer Zeit, darf wohl der Kirchturm von Eglisau genannt werden (Abb. 5).

Der Plattensandstein von Bäch konnte in Zürich mit Sicherheit an mittelalterlichen Bauten nicht festgestellt werden, ebensowenig der aargauische Muschelkalkstein oder Kalksteine aus dem Jura.

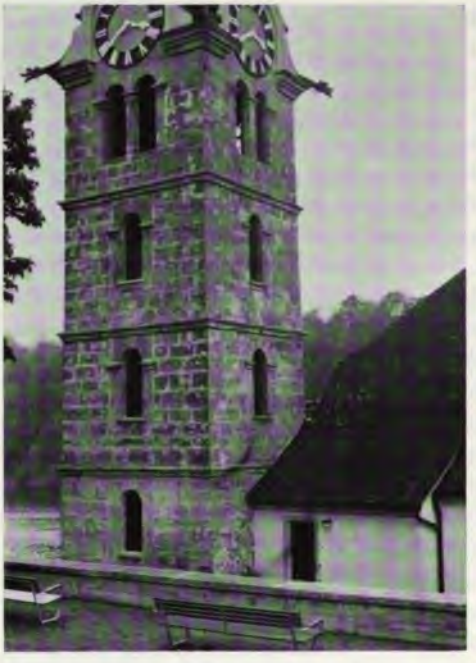


Abb. 5. Tuffsteinmauerwerk des Kirchturmes Eglisau (1716).

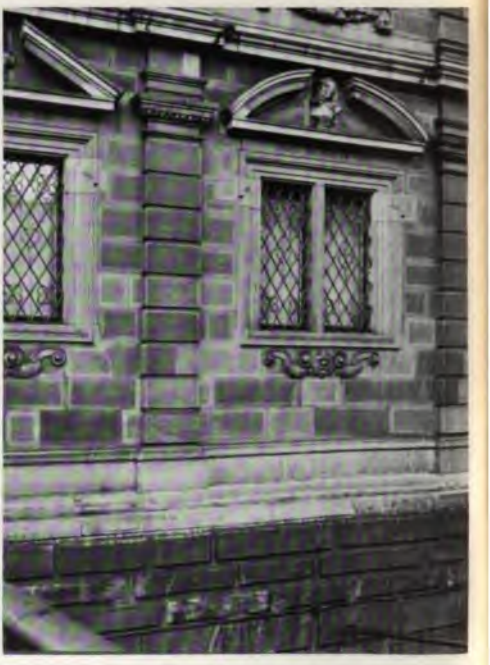


Abb. 6. Rathausfassade (1694/98): dunkle Steine vorwiegend grünliche Plattensandsteine von Bäch (Originalsteine), hell granitische Sandsteine von Restaurationen.

Im 16. und in den ersten Jahrzehnten des 17. Jahrhunderts scheint sich in bezug auf die angewandten Gesteinsarten wenig geändert zu haben; fast alleiniger Sichtbaustein bleibt der granitische Sandstein. Gegen die Jahrhundertmitte erfolgte dann eine sehr weitgehende Umstellung von dieser Sandsteinart auf den grünlichgrauen Plattensandstein. Erst in relativ junger Zeit erlangten also die der Stadt Zürich wesentlich näher, ebenfalls am See gelegenen Steinbrüche der Gegend von Bäch Bedeutung. Die frühere Nichtbeachtung dieser zweifellos billigern Sandsteinart, die durch ihre ebenen Schichtfugen für Quadersteine geradezu prädestiniert ist, erscheint recht merkwürdig. Beispiele von Bauwerken mit sichtbarem Plattensandstein sind das Rathaus (1694/98, Abb. 6), die Zunfthäuser zur Zimmerleuten (1708) und zur Saffran (1719/29), die Erhöhung des Mittelschiffes des Fraumünsters (1713/14, Abb. 7), ebenso der Turmbau dieser Kirche (1728/32). Ganz allgemein lassen sich mit den Plattensandsteinen keine so dicken Quader herstellen wie mit den ungebankten granitischen Sandsteinen. Der Fraumünsterturm weist nun im Gegensatz etwa zum Rathaus Quader von besonderer Dicke auf, muss also einer ganz ausnahmsweise mächtigen homogenen Schicht in dieser Steinart entstammen. Sodann sind seine Steine trotz der exponierten Lage auffallend wenig verwittert. Es sind zwar zahlreiche Flicke von Restaurationen zu sehen; als ganzes erwies sich aber der Stein hier um vieles beständiger als fast aller in neuerer Zeit gewonnene Plattensandstein.

Abb. 7. Nordfassade des Fraumünsters. Die gotischen Bauteile aus granitischem Sandstein (hellere Steine mit dunkleren Fugen) heben sich deutlich ab von den Plattensandsteinen (meist dunkler) der Erhöhung von Schiff und Turm aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts.

Für die Ersatzsteine wurden bei allen diesen Bauten anlässlich der jüngern Restaurationen granitische Sandsteine gewählt, was die Wirkung auch nach der Patinierung empfindlich beeinflusst (Abb. 6).

Etwa hundert Jahre später, um 1750, kehrte man für Sichtanwendungen allgemein wieder zum granitischen Sandstein zurück, wie dies das Zunfthaus zur Meisen (1752/57) und der Rechberg (früher Haus zur Krone, 1759/70) zeigen. Bei beiden wurde offensichtlich Buchbergerstein gebraucht. Der Plattensandstein verdrängte die Bollensteine in der Rolle des gewöhnlichen Mauersteines an verputzten Gebäuden, bis er, erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts, durch Backstein und Beton allgemeiner abgelöst wurde.

C. Die feinern Steinmetz- und Bildhauerarbeiten

1. Römische Zeit und Mittelalter

Verschiedene Funde von Steinobjekten in Zürich und in der Landschaft, z. B. Grabsteine vom Lindenhof, ein Reliefbruchstück aus Seegräben (Landesmuseum; Abb. 8) zeigen, dass die Römer den granitischen Sandstein vom Obersee ausbeuteten. Das Fragment einer Grossstatue der *Minerva* im Landesmuseum, ebenfalls vom Lindenhof, besteht aus aargauischem Muschelkalkstein, wie übrigens viele römische Steine von Vindonissa. Auch von Jurakalkstein kennt man aus dem Stadtgebiet spärliche Inschriftfragmente. Die bescheidenen Reste von Steinmetzarbeiten des ersten Fraumünsterbaues (Säulenbase, Kapitelle, Zierfragmente) sind aus granitischem Sandstein. Im Fraumünster fanden sich ferner einige vielleicht karolingische Mosaikwürfelchen aus weissem Marmor. Möglicherweise sind sie mit den bekannten karolingischen, reich ornamentierten Marmortafeln von Schänis und Chur in Beziehung zu setzen und dürften aus dem Vintschgau stammen.

Abb. 8. Römisches Relief (gefunden bei Seegräben, jetzt im Landesmuseum) in typischem, granitischem Sandstein vom Obersee.

Abb. 9. Grabplatte Ulrichs von Regensberg (um 1280) aus dem Barfüsserkloster. Verwendet als Quaderstein von 1532 bis 1903 am Oetenbachbollwerk. Links entsprechend dem Rundbau abgeschrotet. Landesmuseum.

Der granitische Sandstein ist während des ganzen Mittelalters für alle Steinmetz- und Bildhauerarbeiten der Stadt Zürich vorherrschend geblieben; auch in der Landschaft, sogar weitab vom See, kennt man viele alte Anwendungen.

Betrachten wir einige der wenigen erhaltenen Steinbildwerke und andere bemerkenswerte Objekte aus dieser Zeit: Die schöne Bildnisgrabplatte *Ulrichs von Regensberg* (um 1280) im Landesmuseum (die einzige erhaltene aus dem Stadtgebiet) ist in einem sehr festen granitischen Sandstein ausgeführt (Abb. 9). Sie stammt aus dem Barfüsserkloster, diente dann von 1532 bis 1903 als Mauerquader im Oetenbachbollwerk, was ihre Erhaltung bedeutete. Die Originalstatue *Karls des Grossen* vom Grossmünster (Mitte 15. Jh.) steht heute recht verwittert und seit langem vielfach

. Reiterrelief am Nordturm des insters vom Anfang des 13. Jahrhun- unbekanntem Stein. Vorzüglich erhalten.

Abb. 11. Kreuzgang Fraumünster. Rekonstruktion mit teilweise alten Steinen: Gewölbefusssteine rote Schilfsandsteine, Kämpfersteine und andere: granitische Sandsteine.

in der Krypta. Auch sie besteht aus dieser Steinart. Einfache Wappengrab- aus granitischem Sandstein sind diejenigen des *Ritters von Wile* 1280, von *Waldmann* und seiner zweiten Frau, *Anna Landolt*, alle im Fraumünster.

elhaft bleibt das älteste grössere Bildwerk unserer Stadt: das merkwürdige eines noch nicht eindeutig einer bestimmten Persönlichkeit zugeschriebenen s hoch oben am Nordturm des Grossmünsters (Abb. 10). Nach WIESMANN das Objekt aus der Zeit von 1200 bis 1220; es ist also um 750 Jahre alt. Es in Grund vor, die Plastik nicht als Original zu betrachten. Sie ist bis auf Schäden an Nase und Schwertspitze vorzüglich erhalten; sogar der frei durch t gehende Zügel ist noch vorhanden. Nach allen Erfahrungen scheint es ich, dass ein Sandstein der Molasse sich auch nur annähernd so beständig n kann. Auch sonst gibt es nur ganz wenige für so feine Darstellungen in t kommende Gesteine von derartiger Witterungsbeständigkeit. WIESMANN sich über die Steinart nicht, woraus man schliesst, dass er sie für den normalen chen Sandstein hält. Die Erhaltung führt er auf einen «Silikatanstrich» sagt aber nicht, wann, durch wen und mit was für einer Silikatlösung man esen Anstrich vorstellen sollte. Der Stein der Plastik ist etwas heller, aber icht auffallend anders als die sie umgebenden granitischen Sandsteine.

den verschiedenen Figurengrabsteinen ausserhalb der Stadt sind am erhalten und am ausdrucksvollsten: das Grabmal *Diethelms von Toggenburg*, inders des Ritterhauses Bubikon (erhalten nur eine Kopie von 1450, jetzt im museum), aus grobem, granitischem Sandstein und die vollplastische Ritter- von *Bernhard Gradner* (1489) in der Kirche Eglisau. Dieser Ort liegt eigentlich alb der Zürcher Gesteinsprovinz. Die Plastik besteht denn auch aus Platten- in der marinen Molasse der Umgebung von Rorschach und gelangte auf dem

serwege an ihren heutigen entfernten Standort. Als Ausnahme ist die Figuren-
e des Pfarrers *Joh. Keller* in Mettmenstetten (1499) in grau-bräunlichem Sand-
der Obern Süsswassermolasse gearbeitet (jetzt im Landesmuseum).
ur Kleinplastik gehören die bekannten Reliefs an Kämpfern, Kapitellen und
ergesimsen des Grossmünsters (meist 2. Hälfte 12. Jh.) und aus dessen Kreuz-
, alle in granitischem Sandstein; von den letztern sind nur kleine Teile im Original
lten. Die beiden Kreuzgänge von Fraumünster (1150/70) und Grossmünster
schen 1190 und 1220) boten das für Zürich Besondere, dass für sie bewusst
rote Sandsteine gebraucht wurden (Abb. 11). Nach den erhaltenen Resten
man schliessen, dass beim Fraumünster Säulchen, Kapitelle, Kämpfer und
ensteine einen rot-grauen Steinwechsel zeigten. Man darf wohl annehmen, dass
Farbwirkung vom wenig älteren Kreuzgang des Allerheiligenmünsters in Schaff-
sen angeregt worden war, um so mehr als es sich bei den roten Steinen beider
kte um roten Schilfsandstein des Keupers aus dem Klettgau- oder Wutach-
et handelt. Vom Grossmünsterkreuzgang ist bekannt, dass die Säulchen, wahr-
inlich auch ein Teil der Bogensteine, aus rotem Sandstein bestanden. Bei der
onstruktion von 1851 ist dieser beseitigt worden. Die Steinmetzarbeiten der
uzgänge von Prediger- (13. Jh.) und Barfüsserkloster (Anf. 15. Jh.) bestanden,
die erhaltenen Reste zeigen, ganz aus granitischem Sandstein.

2. Das 16. bis 18. Jahrhundert

Mit der Neuzeit kommen neuartige Steinverwendungen auf, während andere an

Abb. 12. Brunnenbecken (Höngg) aus Muschelkalkstein der marinen Molasse (wohl Würenlos).

Aus Buchbergerstein soll 1748 das grosse Becken am obern Rennweg neu errichtet worden sein. Tatsächlich besteht das heutige Becken aus typischem Buchbergersandstein mit Gerölleinschlüssen. Es ist erstaunlich gut erhalten. Der granitische Sandstein zeigt bekanntlich an Mauern, die nur einseitig benetzt werden, oft Schalenverwitterung. Wird wie bei Brunnen der Stein beidseitig durchfeuchtet, so tritt die Schalenbildung nicht auf, und der Stein kann sich sehr lange halten.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden in Zürich während einiger Jahrzehnte für Brunnen die Nerineenkalksteine von Solothurn bevorzugt (z. B. Neumarkt, Winkelwiese). Die «Schalenbank» der Solothurner Brüche lieferte übrigens ab etwa 1780 in die Städte in weitem Umkreis Brunnenanlagen. Brunnen aus Reusstalgranit aus dem sehr reichen Findlingsgebiet von Wohlen-Mellingen scheint es in Zürich nicht gegeben zu haben. Im Knonaueramt trifft man einzelne solcher Granitbrunnen.

Die Mehrzahl der Plastiken meist kleinern Formates auf den Brunnensäulen aus dem 16. bis 18. Jahrhundert wurde aus dem gelben, porösen Kalkstein des Hauterivien von Neuchâtel («pierre jaune») gehauen; auch einige Säulen sind aus diesem Stein. Der «pierre jaune» ist trotz seiner Weichheit bedeutend wetterbeständiger als Molassesandstein; zudem gestattet er feinste Bearbeitung. Fast alle Brunnenplastiken von Fribourg, Bern und vielen andern Orten im Mittelland sind oder waren aus dieser Steinart. Heute steht in Zürich keine Originalstatue aus Neuchâtel mehr an Ort und Stelle; einige sind im Landesmuseum aufbewahrt (Abb. 13); alt ist noch die Säule des Brunnens auf der Stüssihofstatt (nach freundl. Mitteilung des städtischen Denkmalpflegers, Herrn Architekt *R. A. Wagner*). Verschiedene Plastiken wurden auch aus granitischem Sandstein gefertigt; alle sind heute nur mehr als Kopie in anderm Stein vorhanden.

Für Zürich aussergewöhnlich war die Brunnenanlage, die 1767 auf dem Münsterichtet wurde und die nur wenige Jahrzehnte bestand. Das Becken (aus Würen-

Abb. 13. Brunnenplastik von 1761, früher auf dem Münzplatz, jetzt im Landesmuseum. Gelber Kalkstein des Hauterivien von Neuchâtel.

Abb. 14. Portal an der Zinnengasse in granitischem Sandstein von 1637.

los) war von neun Statuen von «Stühlingen» umgeben. In der Umgebung von Stühlingen im Wutachtal wurde ein sehr beständiger, licht graubräunlicher dolomitischer Kalkstein von oolithischer Struktur aus dem Hauptmuschelkalk (Trias) ausgebeutet, bekannt als Elbenstein; um diesen wird es sich wohl gehandelt haben.

Für andere Zierarbeiten blieb man in Zürich mit wenigen Ausnahmen bei den Molassesandsteinen. Die nicht zahlreichen erhaltenen Objekte vom Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts sind noch in granitischem Sandstein ausgeführt. Als Beispiele seien das Renaissanceportal der Predigerkirche (1611), einige datierte Hausportale (Abb. 14) und das reiche Hauszeichen «Zum wilden Mann» von 1615 (Landesmuseum) genannt. Sehr wahrscheinlich bestehen auch die grossen kelchförmigen Taufsteine im Grossmünster (1598), in der Peterskirche (1598) und im Fraumünster (1644) aus dieser Steinart; alle drei sind wegen Übermalung nicht ohne weiteres bestimmbar. Von 1650 bis 1750 tritt der granitische Sandstein dann auch hier ganz zurück zugunsten des Plattensandsteines. So zeigen die erhaltenen Grabplatten und Epitaphien aus dieser Zeit (z. B. im Fraumünster und in der Grossmünster-Krypta) mit wenig Ausnahmen diese Steinart. Weitere Objekte aus Plattensandstein sind die Portale der Peterskirche (1706, Abb. 15), sehr unschön mit Kunststein und granitischem Sandstein geflickt, die reich verzierten Fensterpfeiler im Zunfthaus zur Zimmerleuten, verschiedene datierte Türstürze in der Altstadt.

5. Portal an der Peterskirche in Platten-
ein, mit Kunststein (untere Teile) unschön geflickt.

Abb. 16. Rathausportal in ursprünglich poliertem schwarzem Kalkstein «Richterswiler Marmor».

nördlichen Kantonsteil wurde der Plattensandstein im 17./18. Jahrhundert
alls viel verwendet, hier aber wiederum von Rorschach stammend. Beispiele
die Portale, Wappen und andere Zierobjekte an der Klosterkirche Rheinau
ie Epitaphien in der Kirche Eglisau. Die Originalsteine dieser Objekte wurden
ings bei den kürzlichen Restaurationen durch Kopien ersetzt, zum Teil in hier
ganz fremdem granitischem Sandstein.

diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die reichen Steinarbeiten (soweit
Originalstein) des Freulerpalastes in Näfels (1645/49) ebenfalls aus Platten-
tein, wohl von Bäch, bestehen, nicht aus dem wesentlich näher gelegenen Vor-
nen der granitischen Sandsteine.

e Anwendung polierten Gesteins ist in Zürich mit ganz wenig Ausnahmen
on der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts an nachweisbar, bleibt aber stets
cheidenem Rahmen. Ein vereinzeltes Importstück aus Italien aus dem 16. Jahr-
rt stellt die Madonna aus weissem Marmor von Carrara im Landesmuseum,
am Haus «Zum weissen Fräulein» (Untere Zäune), dar. Als erstes grösseres
misches Objekt ist das Rathausportal zu nennen (Abb. 16.). Es besteht aus
ursprünglich polierten grauschwarzen Kalkstein mit spärlichen weissen Adern.
n erhaltenen, detaillierten Bauakten wird das Gestein als «Richterswiler Mar-
bezeichnet. Es könnte etwa aus dem Malm der Kalkalpenzone stammen.

urde der Stein tatsächlich in Richterswil gewonnen, so müsste es sich um gross ndlingsblöcke gehandelt haben. Um jene Zeit wurden dunkle, zu Marmorarbeite rwendete Kalksteine im Alpengebiet bei Walenstadt, Flums und Sargans, ferne Melchtal gebrochen. Ähnlich ist der dunkle Kalkstein am etwas ältern Epitap *ldlin von Tieffenau* (1677) im Grossmünster.

Aus dem 18. Jahrhundert sind wenige Marmorarbeiten (Möbelplatten, Cheminée s grauen und auch rötlichen Marmoren nachzuweisen. Auch Plattenanwendunge s lichtbräunlichen Solnhofenkalksteinen, die in Bayern und Österreich sehr ve eitet waren, sind aus Zürich bekannt.

Um 1700 setzte auch die Anwendung von Marmorimitation, vorwiegend a uckmarmor ein, ebenfalls ohne grössere Bedeutung zu erlangen. Die bekanntes uckarbeit (mässig gute Imitation von roten ostalpinen Marmoren) stellen zweifell e Säulen in der 1705/07 umgebauten Peterskirche dar. Gleichzeitig wandelte ma n ältern Sandstein-Taufstein in einen grauschwarzen, weissgeaderten Marmor un eitere Stuckmarmorarbeiten wären aus dem Rathaus (1698) und aus dem Garte villon des Stockargutes (1720/30) zu nennen.

Mit dem Ende des 18. Jahrhunderts sei diese Übersicht abgeschlossen. Die Haup rwendung von sichtbarem Stein an heute noch bestehenden Bauten setzt zwar er den folgenden Jahrzehnten ein. Die «Steingeschichte» der neuern Zeit verlie er durch die technisch-wirtschaftlichen und geistigen Umstellungen des 19. Jah nderts viel von der relativen Geschlossenheit früherer Zeiten, und damit wird auc re Darstellung weniger anziehend und dankbar.

Aus dem Arbeitsgebiet des Kieferorthopäden

Von

R. HOTZ

Die Kieferorthopädie ist ein Fach, das sich von der exklusiven Kunst einiger weniger zu einem Teilgebiet der Zahnheilkunde entwickelt hat und das in der Schweiz seit mehr als 20 Jahren praktisches und theoretisches Prüfungsfach ist. Es sollte vom allg. prakt. Zahnarzt mindestens teilweise beherrscht werden; in allen seinen Konsequenzen kann es aber nur noch vom Spezialisten gemeistert werden. Im Gegensatz zu vielen europäischen Ländern, speziell aber in den USA, versucht der Studienplan der schweizerischen zahnärztlichen Institute dem angehenden Zahnarzt so viel an Wissen und Können mitzugeben, dass er in der Lage ist, darauf aufzubauen und seine eigenen Erfahrungen zu sammeln. Wir betrachten die Kieferorthopädie (noch häufig Orthodontie genannt) als einen Teil der Kinderzahnheilkunde. Aufgabe der Zahnheilkunde ist es, dem Menschen ein kautüchtiges und ästhetisch befriedigendes Gebiss so lange als möglich zu erhalten (trotz allem was der Mensch tut und unterlässt, um dem Zahnarzt seine Aufgabe zu erschweren oder zu verunmöglichen). Aufgabe der Kieferorthopädie ist es, die Voraussetzungen dafür während der Gebissentwicklung zu schaffen.

Rein morphologisch betrachten wir den sogenannten Neutralbiss als das erstrebenswerte Optimum (s. Abb. 1). Diese Form der Zahnbögen und Stellung der Zähne, der Intercuspidation der Zähne gegeneinander und des frontalen Schneidezahnüberbisses gilt als schön und ist gleichzeitig fast immer optimal vom funktionellen Gesichtspunkt aus.

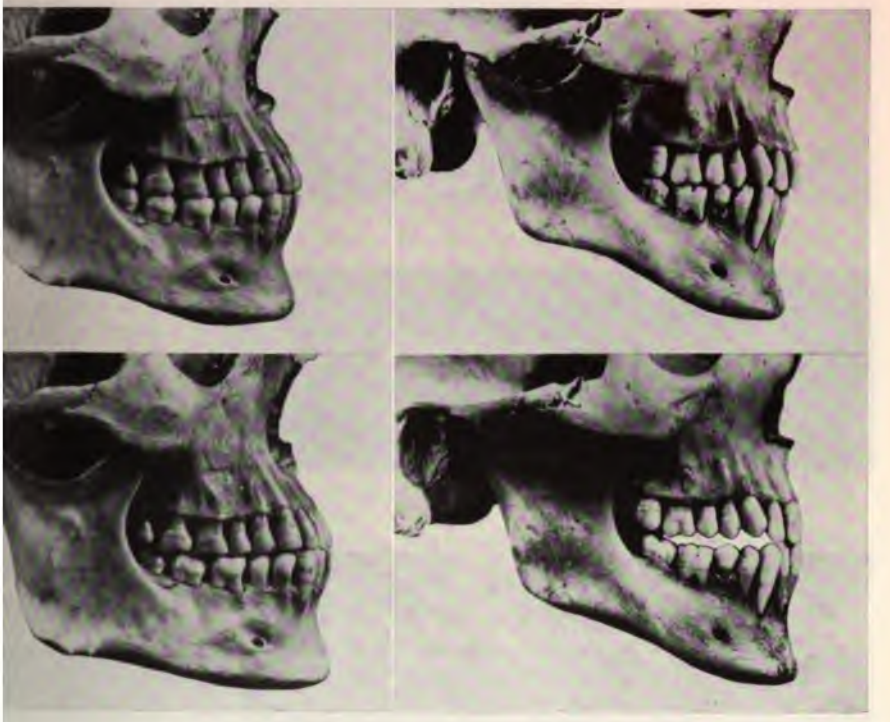
Das Gebiss ist aber eine funktionelle Einheit, die nicht auf die Zähne beschränkt werden kann. Sie umfasst die Zahnreihen, die zahntragenden Alveolarfortsätze, die Kieferknochen, die Kiefergelenke und die direkt oder indirekt beteiligten Muskeln und Weichteile. Die Mechanik dieser funktionellen Einheit ist sehr schwer überblickbar, weil so viele Teile ineinander greifen und sich gegenseitig beeinflussen, dass keines isoliert betrachtet werden kann. Schon das einzelne Kiefergelenk ist kompliziert. Es besteht aus dem Kieferköpfchen, das eigentlich eine Walze darstellt, und der Gelenkpfanne mit einem dazwischen geschalteten discus articularis aus knorpeligem Bindegewebe. In der allerersten Phase einer geraden Öffnungsbewegung handelt es sich um eine Rotationsbewegung, die bei weiterer Kieferöffnung in ein Vorgleiten übergeht, so dass bei maximaler Mundöffnung das Kieferköpfchen beinahe auf dem vorderen Gelenkfortsatz, dem tuberculum articulare steht. Bei übermässiger Mund-

ng oder bei etwas lockeren Gelenken kann das Kieferköpfchen vor das tuber- n gleiten und dort fixiert bleiben. Das Schliessen ist dann unmöglich, der Kiefer xiert.

ne einseitige Bewegung im Kiefergelenk ist aber ganz unmöglich; immer bewe- ich beide Gelenke miteinander, entweder symmetrisch oder, bei Seitbissbewegun- asymmetrisch. Beim Kieferschluss tritt als weiteres Moment die Intercuspidation ahnreihen hinzu, die man als die dritte Gelenkfläche der Kieferfunktion bezeich- kann. Die Form und Stellung der Zähne und deren Verzahnung beeinflussen r die Kiefergelenke und diese umgekehrt die Stellung der Zähne.

enn die Form der Kiefergelenke (z. T. ausgedrückt durch die Neigung der annten Gelenkbahn) und die Form der Höcker, der Intercuspidation und des eidezahnüberbisses harmonisch aufeinander abgestimmt sind, liegt die optimale tion vor, ein funktionelles Gleichgewicht, das nirgends zu Über- oder Fehl- tungen führt und ein Gebiss über Jahrzehnte praktisch unverändert lässt bb. 2).

fern der Zahnhalteapparat, das Parodontium, gesund ist, werden die Zahn- er im Laufe der Jahre ein- und abgeschliffen. Diese natürliche Abrasion ver- ert die Belastung der Zähne in seitlicher Richtung, verkürzt den freien Hebelarm einzelnen Zahnes und kompensiert dadurch die Schwächung des Zahnhalte- rates, die durch die Atrophie des Alveolarknochens im Laufe der Jahrzehnte tt. Bei ungenügender Festigkeit des Parodontiums (endogen oder exogen be-) bleibt die natürliche Abrasion aus. Trotzdem der Betreffende seine Kaufunk-



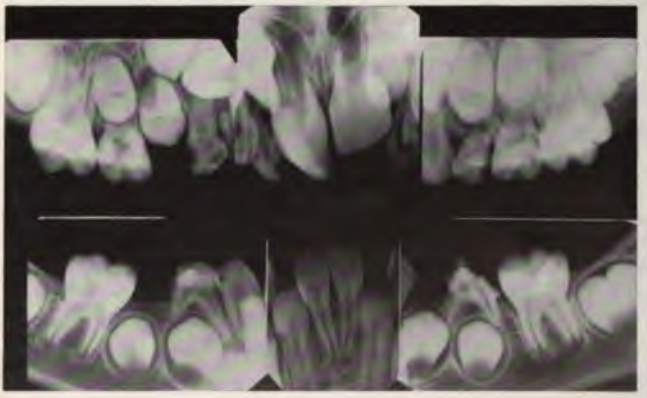
Sowohl in Schlussbissstellung (oben) als
orbissstellung um ca. halbe Prämolaren-
ten) besteht überall gleichmässiger Kon-
Abstützung der Zahnreihen gegen-
einander.

Abb. 2b. Allseitiger Kontakt in der Schlussbiss-
stellung (oben), Kontakt nur bei den Schneide-
zähnen in Vorbissstellung um ungefähr halbe
Prämolarenbreite (unten). Starke Überbelastung
der Schneidezähne. (Aus W. Wild, Funktionelle
Prothetik, 1950.)

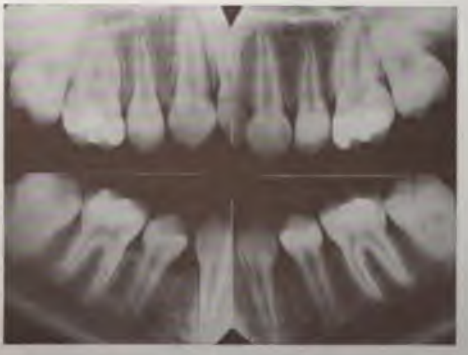
Abb. 3. Progener Zwangsbiss.
hlussbissstellung bei einem Dreijährigen. Mitte: vorzeitiger Kontakt bei den Milchschneide-
it progener Zwangsbissführung an dieser Stelle. Rechts: Korrektur bis zum Beginn des
ahnwechsels mit einfachsten Massnahmen (Schleifen der Milchzähne und Kopfkinnkappe).

a) b) c)

d) e)



f)



g)

Abb. 4. Beispiel einer Behandlung mit Extraktion von Milch- und bleibenden Zähnen ohne Apparate.

a) Platzmangel und Stellungsanomalien beim Durchbruch der Schneidezähne (7jährig).

b) Verbesserung der Stellung durch Platzschaffung mit Extraktion von Milchzähnen.

c) Weitere Platzschaffung durch Extraktion des ersten kleinen Backenzahnes beidseits im Ober- und Unterkiefer. (Aufnahme kurz vor der Extraktion.)

d) Nach Durchbruch der Eckzähne im Alter von 11 Jahren.

e) Nach Durchbruch aller Zähne im Alter von 12 Jahren.

f) Röntgenstatus des Gebisses entsprechend Abb. a), 7jährig.

g) Röntgenstatus des Gebisses entsprechend Abb. e), 12jährig. Die Lücke der extrahierten Prämc hat sich spontan v schlossen.

a) b) c)

5. Beispiel einer
rnen, festsitzenden
ratur aus rostfreiem
:

d) e)

r Beginn der Behandlung. b) Ca. 2 Monate nach Einsetzen der Apparatur. Der feine, federnde
n wirkt über lange Zeit, ohne dass er neu gespannt werden müsste. c) und d) ca. 5 Monate
nach Behandlungsbeginn. e) Nach Entfernen der Apparatur.

a) b) c)

6. Beispiel einer einfachen Frühbehandlung eines lutschoffenen Bisses mit der Vorhofplatte:
ffener Biss infolge Daumenlutschens. b) Einfache Platte mit Haltering, die das Kind während
der Nacht trägt. c) Korrektur der Stellung nach 5 Monaten.

a) b) c)

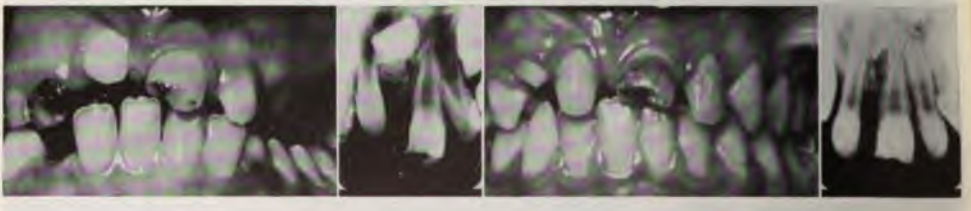
Abb. 7. Beispiel einer Behandlung mit Monobloc.

r der Behandlung: Distalbiss, tiefer Biss, lückige Protrusion der oberen Frontzähne. b) Ände-
der Bisslage nach ungefähr 6 Monaten. c) Korrigierte Stellung und Bisslage zwei Jahre nach
Abschluss der Behandlung.

a) b) c)

Abb. 8. Beispiel einer sogenannten funktionellen Behandlung mit Monobloc.

a) Fernröntgenbild vor Behandlung. b) Fernröntgenbild in der überkorrigierten Stellung des Unterkiefers, wie sie durch den Monobloc während der Nacht gehalten wird. c) Korrigierte Stellung nach Abschluss der Behandlung.

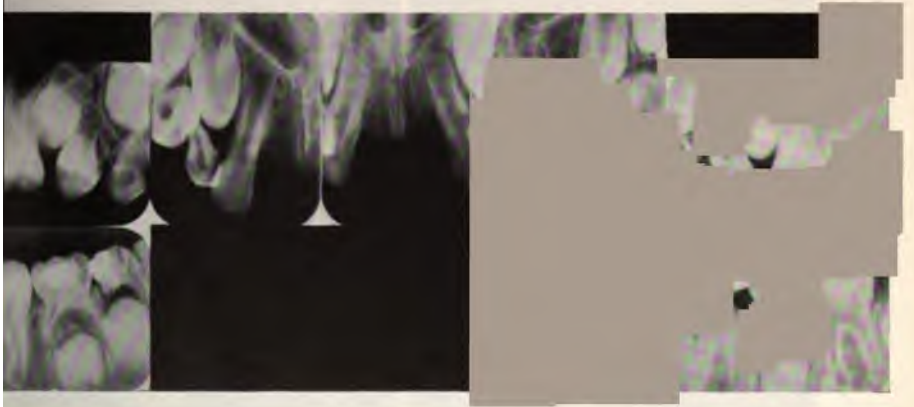


a) b) c) d)

Abb. 9. Folgen eines Unfalles im Milchgebiss (Sturz über die Treppe im Alter von 11 Monaten mit Luxation der Milchschneidezähne.)

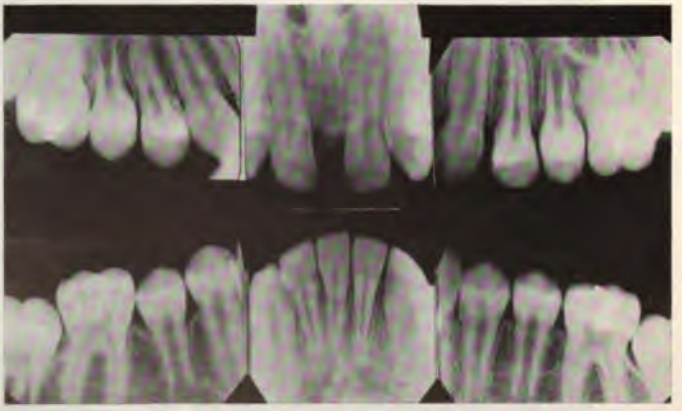
a) Zustand im Alter von 9 Jahren. Der rechte zentrale Schneidezahn oben ist im Kiefer retiniert. An seiner Stelle erscheint der seitliche Schneidezahn. Der linke zentrale Schneidezahn zeigt Defekte an der Schneidekante. b) Röntgenbild zu Abb. a). Die Verkalkung der Schneidekanten der zentralen Schneidezähne ist gestört, der rechte Zahnkeim wurde zusätzlich verlagert; der retinierte Zahn wurde entfernt. c) und d) Im Alter von 11 Jahren haben sich die Lücken weitgehend geschlossen. Der verfärbte, zentrale Schneidezahn ist noch vital. Auf den seitlichen Schneidezahn rechts und den mittleren Schneidezahn links werden in einem späteren Zeitpunkt Jacketkronen gesetzt.

a) b) c)



d)

e)



. Beispiel einer kie-
pädischen Behand-
i einem Unfall mit
der beiden zentra-
neidezähne.

daufnahme eine Stunde nach dem Unfall. Die beiden zentralen Schneidezähne sind heraus-
gen. Die Replantation dieser Zähne ist weder möglich noch wünschenswert. b) Gleicher
Jahr später mit dem verwendeten Monobloc zur Korrektur von Bisslage und Zahnstellung.
her Fall nach Abschluss des Zahnwechsels. Die Lücke der verloren gegangenen Zähne ist
geschlossen. Auf die beiden seitlichen Schneidezähne werden später Jacketkronen in Form
tralen Schneidezähnen gesetzt. d) Röntgenstatus nach dem Unfall. Die Stellung der seitlichen
ezähne und die Durchbruchsrichtung der Eckzähne ist günstig für den Lückenschluss,
der Platzmangel für die zweiten Prämolaren. e) Röntgenstatus nach Abschluss des Zahn-
wechsels. Im UK wurde der linke seitliche Schneidezahn extrahiert.

Abb. 11a). Modelle im Alter von einigen Monaten.

Abb. 11b). Nach Einstellen der Kieferfortsätze (zwei Monate später) vor der Lippenoperation.

Abb. 11c). Weitere zwei Monate später.

Abb. 11d). Zehn Monate nach Behandlungsbeginn. Die Spaltebreite hat sich sehr stark verringert.

Abb. 11e). Mundaufnahme vor Behandlungsbeginn.

Abb. 11f). Nach Einstellen der Kieferfortsätze mit der Platte (einige Wochen nach Lippenverschluss).

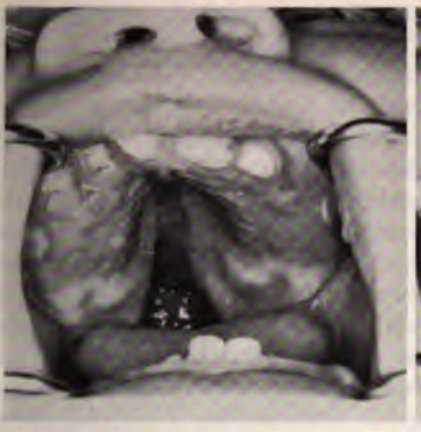


Abb. 11 g). Mundaufnahme entsprechend Modell d).

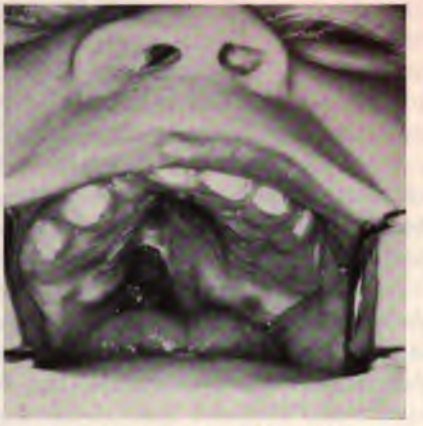


Abb. 11 h). Zustand des Oberkiefers nach einjähriger Behandlung mit der Platte.

Abb. 11 i). Die für diese Art der Behandlung verwendete Platte.

Abb. 11 k). Säugling mit Platte im Munde.

b. 11. Beispiel einer prä-operativen kieferorthopädischen Frühbehandlung bei einer einseitigen, durchgehenden Lippen-Kiefer-Gaumenspalte.

morphologische und funktionelle Störungen vor, so ist eine Anpassung nicht mehr möglich.

Hier beginnt die Aufgabe der Kieferorthopädie. Sie zerfällt in zwei Teile: die Prophylaxe und Frühbehandlung und die Spätbehandlung ausgebildeter Bissanomalien. Beide sind nicht scharf zu trennen, sie gehen fliessend ineinander über. Prophylaxe und Frühbehandlung können schon im Milchgebiss beginnen, meistens drängen sich aber die ersten Massnahmen beim oder nach dem Durchbruch der Schneidezähne auf, also zwischen 6 und 8 Jahren. Platzmangel für die durchbrechenden bleibenden Zähne mit Drehungen, Kreuzbiss und Retention sind häufig. Es kommt zu sogenannten Zwangsbissführungen, einer Störung der Funktion des dritten Gelenks, der Intercuspidation, gegenüber den Kiefergelenken. Im jugendlichen Gebiss führen solche Störungen zu Anpassungserscheinungen, die sich mit der Zeit zu Bissanomalien fixieren. Das Wachstum wird durch die Funktion beeinflusst, entweder im Sinne einer Hemmung oder Stimulierung. Ein typisches Beispiel ist der progene Zwangsbiss, wie er in der Abb. 3 dargestellt ist. Beim Zusammenbeissen entsteht ein vorzeitiger Kontakt der Schneidezahnkanten, was zu einer Ausweichbewegung des Unterkiefers nach vorne führt (nach hinten ist das Ausweichen unmöglich). Diese Zwangsbissführung ergibt bei sehr widerstandsfähigem Zahnhalteapparat (Parodontium) typische Schlifflächen, führt aber viel häufiger zu Lockerungen und Kippungen der an der Zwangsbissführung beteiligten Zähne. Ausserdem fixiert sich der Unterkiefer langsam in der zwangsmässigen Vorbissstellung. Alle diese Anpassungserscheinungen verändern die bestehende Bissanomalie. Es wird aus dem progenen Zwangsbiss eine fixierte Pseudoprogenie. Während die erste, noch nicht fixierte Form sehr leicht und mit einfachsten Mitteln zu behandeln ist, kann dies später bei der Pseudoprogenie sehr schwierig und unsicher sein.

Bei Platzmangel kann eine harmonische Entwicklung durch frühzeitig geplante, mit Extraktion von Milchzähnen eingeleitete Entfernung von bleibenden Zähnen gewährleistet werden. In Zürich wurde dafür der Ausdruck «Steuerung des Zahndurchbruchs mittelst Extraktionen» geprägt, eine Methode, die sich heute an vielen Orten durchgesetzt hat. Dieses Vorgehen ist nur möglich bei sehr frühzeitiger Erkennung der weiteren Entwicklung, wozu Röntgenaufnahmen des ganzen Gebisses im Alter von ca. 7—8 Jahren notwendig sind. Aus dem Grössenverhältnis der noch nicht durchgebrochenen bleibenden Zähne zu den Milchzähnen, aus deren Durchbruchsrichtung und wahrscheinlichen Durchbruchszeit, aus der Breite der Kiefer und derem wahrscheinlichen Wachstum, können die weitere Entwicklung abgeschätzt und die notwendigen Massnahmen festgelegt werden. Kompliziert wird die Beurteilung durch die Folgen von Caries und vorzeitigem Milchzahnverlust, die leider bei unseren Kindern fast immer anzutreffen sind. Bei sorgfältiger Planung und genügender Erfahrung gelingt es in manchen Fällen ohne irgendwelche Apparate sehr gute Resultate zu erzielen (s. Abb. 4). Wenn dies nicht der Fall ist, genügen meist einfachste Hilfsmittel zur Unterstützung der reinen Extraktionstherapie.

Die Steuerung des Zahndurchbruchs mit oder ohne Extraktionen ist die Hauptaufgabe der Kieferorthopädie. Sie bedeutet die Überwachung der Gebissentwicklung, das Eingreifen mit kleinen Massnahmen, die sich evtl. bis zur Anwendung von eigentlichen kieferorthopädischen Apparaten erstrecken können. Hier liegt neben

der konservierenden Behandlung der Zähne die vornehmste Aufgabe des Schul- und Kinderzahnarztes. Wie wichtig diese Aufgabe ist, geht aus den folgenden Zahlen hervor. Mindestens 50% aller Kinder benötigen irgendwelche kleineren oder grösseren Massnahmen zur Unterstützung einer harmonischen Gebissentwicklung. Mindestens 20% sollten einer eigentlichen kieferorthopädischen Behandlung zugeführt werden. Das sind allein für die Stadt Zürich rund 25000, resp. 10000 Kinder. Da ein grosser Teil dieser behandlungsbedürftigen Fälle auf Folgen von Caries und vorzeitigem Milchzahnverlust beruhen, ist es klar, dass erst eine wirksame und umfassende Cariesprophylaxe die Voraussetzung für die Bewältigung dieser Aufgabe schaffen kann.

Die moderne Kieferorthopädie gibt dem Zahnarzt die Mittel in die Hand, die Grenzlinie zwischen Überwachung und kleinen Massnahmen zu überschreiten und die zweite Aufgabe der Kieferorthopädie, die Behandlung ausgebildeter Bissanomalien anzupacken. Diese eigentliche kieferorthopädische Therapie hat in den letzten 30 Jahren grosse Wandlungen durchgemacht. Es stehen sich heute zwei Auffassungen gegenüber.

Nach der früheren allgemein akzeptierten Ansicht muss die Stellung der Zähne, also die Form des Gebisses, verändert werden. Dieser neuen Form würde sich die Funktion dann spontan anpassen. Diese aktive, rein mechanische Therapie wurde seit den Anfängen der Kieferorthopädie vor ca. 200 Jahren mit immer neuen Apparaten verbessert. Fortschritte im Material und der Technik brachten dauernd neue Formen der Behandlung. Die wissenschaftliche Untermauerung wurde vor allem durch histologische Untersuchungen des ausgelösten Knochenumbaues gesucht. Es wurden die Kräfte festgelegt, die einen biologisch verlaufenden Gewebsumbau ermöglichen, ohne irreparable Schädigungen hervorzurufen. Die tragbare Dauerbelastung eines Zahnes mit Druck- oder Zugkräften bewegt sich nach heutiger Auffassung zwischen 15—40 Gramm. Grössere Belastung über längere Zeit führt zu Knochenabbau und Resorptionen am Wurzelzement und Dentin. Die Apparate müssen also in dieser Beziehung kontrollierbar sein. Gleichzeitig sollen sie vielseitig angewendet werden und am Zahn in verschiedenen Richtungen wirken können. In der Konstruktion solcher Apparate waren die Amerikaner führend. Eine genügend lange Retentionszeit, die oft länger dauert, als die eigentliche aktive Behandlung, soll das Einspielen der Funktion in der neuen Form sichern und Rezidive verhindern. Einen der heute bei uns gebräuchlichsten Apparate dieser Art zeigt die Abb. 5. Diese festsitzenden Bandapparate haben nach unserer Auffassung eine ganz bestimmte Indikation, die vielleicht 10—20% aller Fälle umfasst.

Nach der anderen, moderneren Ansicht, soll die Funktion geändert werden, was ohne aktive Apparate zur Veränderung der Form führe. Die plausibelste Erklärung bildet das immer wieder zitierte Beispiel des Lutschens. Fingerlutschen führt zu typischen Formveränderungen am Gebiss (lutschoffener Biss, Lutsch-Distalbiss etc.) als Folge einer abwegigen Funktion, also einer Störung des funktionellen Kräfte-Gleichgewichts. Es genügt in vielen Fällen, die Lutschgewohnheit abzustellen, also die Funktion zu ändern, um die Formveränderung des Gebisses zum Verschwinden zu bringen. So wie man den Lutschfinger als an und für sich ganz passiven Regulierungsapparat betrachten kann, der durch Funktionsveränderungen die Form des

bisses beeinflusst, ist es auch möglich, durch einfache Apparate, die ganz passiv
d, das Gebiss zu verändern. Es kann z. B. genügen, den Unterkiefer während
hrerer Stunden, vorzugsweise während der Nacht und 1—2 Stunden am Tag, in
e andere Lage zu bringen. Durch den veränderten Tonus der Muskulatur werden
uck- und Zugkräfte ausgelöst und über den Apparat auf die Zähne und den
eferknochen übertragen. Diese veränderte Belastung bewirkt Umbauvorgänge im
ochengewebe und führt durch Anpassungserscheinungen zu den gewünschten
mveränderungen der Kiefer und der Zahnstellung (s. Abb. 6).

Während bei den aktiven Apparaten mit künstlichen Kräften (Schrauben, Federn,
mmizüge) die Schwierigkeit darin liegt, die biologisch bedingten Belastungs-
nzen nicht zu überschreiten, ist dies bei den herausnehmbaren, muskelgesteuerten
paraten kein Problem. Allerdings wird in manchen Fällen der Schwellenwert nicht
eicht oder nur ungenügend überschritten, so dass keine Reaktion im Gewebe
olgt. Anderseits veranlasst jede Überbelastung den Patienten, den Apparat bewusst
r im Schlafe unbewusst zu entfernen, sobald die Belastung zu Schmerzen oder
nüdungserscheinungen führt. Diese Art der Behandlung ist ganz auf die willige
itive Mitarbeit des Patienten eingestellt. Sie verlangt Verständnis und guten
llen, auch von seiten der Eltern. Die Anwendungsmöglichkeit ist deshalb be-
ränkt und umfasst nach unserer Erfahrung ungefähr 30—40% aller zur Behand-
g kommenden Fälle.

Die Diskussion zwischen den Anhängern dieser beiden Auffassungen hat die
feroorthopädie in den letzten 20 Jahren stark gefördert. Die sogenannte funk-
nelle, muskelgesteuerte Therapie hat in Europa eine weite Verbreitung gefunden

teilchen (Schrauben, Federn etc.) versehen werden, die aber erst durch den aktiven Einbiss, also durch Muskelkräfte, wirksam werden. Beispiele für die Möglichkeiten des Monoblocs sind in Abb. 7/8 und 10 dargestellt. Bei dem Unfall in Abb. 10, mit Verlust der oberen zentralen Schneidezähne, wurden mit dem dargestellten Monobloc nicht nur die Bisslage (Distalbiss, tiefer Biss) korrigiert, sondern noch eine ganze Reihe von Einzelzahnbewegungen durchgeführt (Schliessen der Schneidezahnlücke, Öffnen der Lücken für die zweiten Prämolaren, Aufrichten der unteren Front etc.).

Solche Umformungen der Kiefer mit einem einfachen Gerät, das zudem fast nur nachts getragen wird, zeigen den Einfluss veränderter Funktion auf die Form. Da während des grössten Teil des Tages die Funktion vollständig frei ist, die entstehende Formveränderung sich also unter voller Funktion vollzieht, sind Rezidive theoretisch ausgeschlossen. Die Erfahrung zeigt, dass Rezidive viel weniger häufig sind als bei der aktiv-mechanischen Korrektur von Stellungsanomalien, dass sie aber auch hier vorkommen. Wenn gewisse Gewohnheiten, wie Zungenpressen, Lippenbeissen, Lutschen etc. am Ende der Behandlung nicht verschwunden sind, wird die Rückbildung in Richtung der alten Form sofort einsetzen, wenn überhaupt ein sichtbares Resultat erreicht wurde.

Das Bestreben, alles und jedes mit muskelgesteuerten Geräten zu tun, hat zu einer Unzahl verschiedener Formen und Methoden geführt, die wieder aktive Elemente aufgenommen haben und z. T. so kompliziert sind, dass ihre Wirkung nicht mehr genau beherrscht werden kann. Der Weg zurück zum Einfachen wird überall eingeschlagen, wo die kieferorthopädische Behandlung nicht zum Selbstzweck geworden ist.

Zum Schluss seien noch zwei Arbeitsgebiete erwähnt, die den Kieferorthopäden beschäftigen. Das eine betrifft die Unfälle im Kindergebiss, das andere die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.

Unfälle in der Milchgebissperiode führen zu Störungen der bleibenden Zähne, die sich als Verkalkungsstörungen und Verlagerungen manifestieren und dadurch zu kieferorthopädischen Massnahmen Anlass geben (s. Abb. 9). Wichtiger noch sind die Unfälle, die zum Verlust bleibender Zähne führen. Sie sind als Folge von Verkehr und Sport ausserordentlich häufig geworden. Die kieferorthopädische Behandlung strebt, wenn immer möglich, den Lückenschluss an, um einen künstlichen Zahnersatz zu vermeiden. In Abb. 10 ist eine solche Unfallfolge dargestellt. Dieser Fall zeigt wie die Lücke der verlorengegangenen mittleren Schneidezähne geschlossen und gleichzeitig die bestehende Bissanomalie korrigiert wurde. Im Alter von 20 Jahren werden die beiden seitlichen Schneidezähne mit Porzellankronen in Form von zentralen Schneidezähnen versehen. Dank der kieferorthopädischen Behandlung konnte der Zahnersatz, der eine mindestens 6gliedrige Brücke umfasst hätte, vermieden werden.

Das Bild der Unfälle ist sehr vielgestaltig. Die Frakturen und Luxationen der Zähne stehen im Vordergrund. Je nach dem Alter der Patienten, d. h. nach dem Stand der Ausbildung der Wurzeln, sind die Folgen ganz verschieden. Eine Luxation kann zum Totalverlust des Zahnes führen; der Zahn kann aber auch wieder einheilen und eine normale Wurzel weiterbilden. Die Therapie richtet sich nach der Art des Unfalles und dem Stand der Zahnbildung und kann so in scheinbar ähnlich gelagerten Fällen ganz verschieden sein. Häufig hängt der Erfolg davon ab, dass sehr

, d. h. 1—2 Stunden nach dem Unfall durch den Fachmann eingegriffen wird, ider noch viel zu wenig bekannt ist.

ben den Unfällen bilden vor allem die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten eine re Belastung für jede kieferorthopädische Abteilung eines zahnärztlichen Insti- Es handelt sich meistens um schwierige Fälle, die eine langwierige und in den oden oft wechselnde Behandlung erfordern, die für den allg. prakt. Zahnarzt in Frage kommt. Dank der Invaliden-Versicherung ist die finanzielle Seite , so dass der Andrang zur Behandlung auch aus diesem Grunde grösser gewor- t. Leider ist die allgemeine Auffassung, dass mit dem Verschluss der Lippe und aumens die Hauptsache getan sei, ganz unhaltbar. Die Gebissentwicklung Lippen-Kiefer-Gaumenspalten ist primär und sekundär stark gehemmt. Die ngen gehen noch auseinander, ob eine primäre Wachstumshemmung vorliege, ob die starke Hemmung der Oberkiefer-Entwicklung als Folge der Operation Gaumenverschluss anzusehen sei. Die Schwierigkeit der kieferorthopädischen ehandlung solcher Fälle hat überall zu Versuchen geführt, die Endresultate zu ssern. Die kieferorthopädische Beeinflussung der Kiefer wurde weiter vorver- nd man spricht heute allgemein von einer präoperativen kieferorthopädischen ndlung. Sie beruht darauf, dass die Kiefer des Säuglings noch ausserordentlich beeinflussbar sind und dass der Säugling mit Lust und Ausdauer an etwas was man ihm in den Mund gibt. Er gewöhnt sich leicht daran, eine Platte tags- und nachts im Munde zu halten. Die Nahrungsaufnahme ist aus leicht ver- ichen Gründen wesentlich erleichtert, weil die Nasenhöhle von der Mundhöhle nt wird, was uns auch die Mitarbeit der Mutter sichert. Diese präoperative

Transport und Verteilung von markierten Substanzen III

Einfluss der Fütterungsmethode auf Absorption und Transport von ^{32}P bei *Phaseolus vulgaris*

Von

R. BACHOFEN

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Universität Zürich
Direktion: Prof. Dr. H. WANNER

Einleitung

Bei Untersuchungen über die Teilnahme von Blättern und Früchten am Stoffkreislauf der Pflanze müssen die betreffenden Organe mit der markierten Substanz versehen, das heisst gefüttert werden können. Für unsere Untersuchungen wünschten wir eine Methode, die sich gleichermassen für die Fütterung von Blättern und Früchten eignet und durch die eine möglichst rasche und vollständige Aufnahme der Tracerlösung durch die Pflanze erreicht wird. Ferner sollte die Methode für Serienversuche geeignet und deshalb einfach und sauber zu handhaben sein.

Arbeiten mit gleicher Problemstellung wurden schon von KOONTZ und BIDDULPH (1957) und TEUBNER, WITTWER, LONG und TUKEY (1957) veröffentlicht. Übereinstimmend wird darin gezeigt, dass die Spaltöffnungen für die Salzaufnahme durch Blätter eine untergeordnete Bedeutung haben und dass die durch Ober- und Unterseite des Blattes aufgenommenen markierten Salze von gleicher Grösse sind. Wie wir aber an anderen Versuchen feststellten, dringen Lösungen durch die mit Spaltöffnungen versehene Blattunterseite von *Phaseolus* wesentlich rascher ein als durch deren Oberseite. Salze kristallisieren dabei auf dieser deutlich aus, während auf der Unterseite kaum Spuren von eingetrockneten Stoffen erkennbar sind. Dies schien uns Grund genug, diese Frage mittels Isotopen nochmals zu überprüfen. Im weiteren liessen sich im Zusammenhang mit der Fütterungstechnik Probleme der Wanderung innerhalb des Blattes untersuchen. Neben der Applikation der Tracer-Lösung durch Auftropfen verwendeten wir die Methode der Injektion über Blattzungen, die entweder gegen den Blattstiel oder gegen die Spitze gerichtet waren (vgl. Methodik).

Unsere Untersuchungen wurden von der Atomforschungskommission des Schweizerischen Nationalfonds unterstützt; wir möchten für diese Hilfe bestens dan-

Ferner bin ich auch Frl. L. Somm für die gewissenhafte Durchführung von sen zu Dank verpflichtet.

Methodik

Versuchspflanze diente *Phaseolus vulgaris* var. *nana* im Alter von 4 Wochen. sem Zeitpunkt sind neben den Primärblättern 2 Fiederblätter voll entwickelt. ütterung mit ^{32}P erfolgte auf die 4 folgenden Arten:

ftropfen der Phosphatlösung (isotonisch, pH 7) auf die Blattoberseite;
ftropfen auf die Blattunterseite;
ttelrippeninjektion: Durch einen nach der Basis des Blattes offenen U-Schnitt der Mitte der Spreite des mittleren Fiederblattes wurde eine Zunge der Mittelbe gebildet, welche in die Lösung tauchte (vgl. Abb. 1);
ttelrippeninjektion wie c, aber Blattzunge mit nach der Spitze gerichteter offe- Seite des U-Schnittes (vgl. Abb. 2).

den letztgenannten Arten der Fütterung tauchte man zur Vermeidung eines en Einsaugens von Lösung in die Gefässe als Folge eines im Xylem möglicherweise vorhandenen Unterdruckes die Schnittstelle zuerst 30 Minuten in Wasser und elte dieses anschliessend gegen die Tracerlösung aus.
n sowohl den Transport aus alten wie aus jungen Blättern beobachten zu könurde gleichzeitig das Primärblatt und das oberste trifoliate Blatt gefüttert. Pro ungsstelle gaben wir je 10 μC ^{32}P zu. 1, 2, 4, 8, 24, 48 Std. nach der Fütterung

len gefütterten Blätter und die übrigen Pflanzenorgane, die oberhalb, zwischen oder nterhalb der beiden Fütterungsstellen lagen (vgl. Abb. 3). Die Aktivität bestimmten ir mittels eines GM-Methan-Durchflusszählers aus der Asche.

Ergebnisse

Wie die Autoradiographien zeigen (Abb. 4—8), findet bei allen Fütterungsarten hon innerhalb einer Stunde eine deutliche Verschiebung der gefütterten Phosphate att. Besonders ausgeprägt zeigt sich diese bei Fütterung durch die Mittelrippe. Auflend ist, dass parallel zum Abtransport phosphorhaltiger Stoffe eine rasche und arke Verteilung im Blatt selbst stattfindet. Mit dem Transpirationsstrom wird der ufgenommene Phosphor passiv durch das Xylem nach Peripherie und Spitze des lattes transportiert. Gleichzeitig findet in den Leitbündeln ein Austausch zwischen ylem und Phloem statt, was zu einer Verschiebung durch aktiven Transport in ichtung der basalen Blatteile und gegen den Stengel zu führt. Dieser Vorgang ist esonders dort deutlich, wo durch Fütterung über eine gegen die Spitze gerichtete lattzunge eine direkte Abwanderung unmöglich ist.

bb. 4. Autoradiographien von Primärblättern junger Pflanzen nach 1stündiger Fütterung mit ^{32}P: ben links: Fütterung durch Auftropfen auf die Blattoberseite (a). Oben rechts: Fütterung durch uftropfen auf die Blattunterseite (b). Unten links: Fütterung über Mittelrippe, diese gegen den attstiel offen (c). Unten rechts: Fütterung über Mittelrippe, diese gegen die Blattspitze offen (d).

bb. 6. Autoradiographisches Verteilungsbild von ^{32}P nach 24stündiger Fütterung durch Auftropfen auf die Blattunterseite (b).

Abb. 8. Autoradiographisches Verteilungsbild von ^{32}P nach 24stündiger Fütterung über Mittelrippe, diese gegen die Blattspitze offen (d).

e Akkumulierung von ^{32}P im gefütterten Blatt dauert über 24 Std. an; später als Folge des raschen P-Umsatzes in der Pflanze eine weitere Verteilung des att gespeicherten Phosphates statt.

ie an anderer Stelle an umfangreicherem Pflanzenmaterial gezeigt wird (WANNER BACHOFEN, 1961), nehmen junge und alte Blätter nicht in gleichem Masse am hathaushalt der Pflanze teil. Die Speicherung ist infolge von Wachstumsvor- n in jungen Organen viel ausgeprägter, so dass alte Blätter innerhalb von d. wesentlich mehr Phosphate abgeben als junge.

belle 1 erlaubt Vergleiche über die Geschwindigkeit des Abtransportes bei den iedenen Fütterungsarten:

Tabelle 1 ^{32}P-Aufnahme und -Transport bei verschiedenen Fütterungsarten.

ütterungsart (Blätter)	Außerhalb der gefütterten Blätter					
	nach 2 Stunden			nach 48 Stunden		
	in Prozenten der		aufgenommener Anteil der gefütterten Menge in %	in Prozenten der		aufgenommener Anteil der gefütterten Menge in %
	aufgenommenen Menge	gefütterten Menge		aufgenommenen Menge	gefütterten Menge	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

3 Stunden bezogen auf die gefütterte Menge) zeigt ähnliche Verhältnisse wie Spalte 2; ie Vermehrung zwischen 2 und 48 Stunden liegt zwischen 7,4- und 32,4mal und ist n grössten bei nach der Blattspitze gerichteter Mittelrippeninjektion. Wie dies schon ach 2 Stunden festgestellt werden konnte, hat das auf der Unterseite gefütterte Blatt heblich mehr P aufgenommen als bei oberseitiger Fütterung. Dieses Ergebnis ist ıs anatomischen Gründen sehr naheliegend, können doch die gelösten Stoffe durch ie wenig cutinisierten Zellwände des Schwammparenchyms sicher leichter eindringen s durch die gut ausgebildete Cuticula der Oberseite. Unsere Ergebnisse an *Phaseolus* ehen damit im Widerspruch mit den in der Einleitung zitierten Arbeiten von OONTZ und BIDDULPH (1957) und TEUBNER und Mitarbeitern (1957).

Das Resultat der P-Aufnahme durch das Blatt nach Auftropfen der P-Lösung uf die Oberseite steht in guter Übereinstimmung mit den Resultaten von BUCOVAC nd WITTWER (1957). Bei dieser Fütterungsmethode verlassen dort nach 48 Stunden ,5 $\pm$ 0,9% der gefütterten Menge das Blatt. Schliesslich zeigt sich, dass durch Mittelippeninjektion während dieser Zeit nahezu 100% des gefütterten P aufgenommen ird, während nach Auftropfen wegen Eintrocknen der Lösung und Kristallisation ler Salze die Absorption schon nach kurzer Zeit aufhört und auf weit geringeren Werten stehen bleibt (vgl. Spalte 3 und 6).

Zusammenfassung

Durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs (1—48 Stunden) der Aufnahme und des Abtransports von ^{32}P aus Blättern von *Phaseolus* konnte gezeigt werden, dass bei Verwendung der vom Blatt aufgenommenen Stoffe als Berechnungsgrundlage der Anteil der abtransportierten Stoffe nach einer Zeit von ca. 12 Stunden ziemlich unabhängig ist von der Wahl der folgenden Fütterungsmethoden: Auftropfen der Lösung auf die Oberseite des Blattes, Auftropfen auf dessen Unterseite oder Blattzungenfütterung mit nach dem Stiel offener Blattzunge. Bei letzterer Methode wird nahezu alles gefütterte Phosphat vom Blatt aufgenommen; sie ist deshalb als für unsere Zwecke am geeignetsten zu betrachten.

Literaturverzeichnis

BUCOVAC, M. J. und WITTWER, S. H.: Absorption and Mobility of foliar applied Nutrients. Plant Physiol. *32*, 428—434 (1957).

COONTZ, H. und BIDDULPH, O.: Factors effecting Absorption and Translocation of foliar applied Phosphorus. Plant Physiol. *32*, 463—470 (1957).

TEUBNER, F. G., WITTWER, S. H., LONG, W. G. und TUKEY, H. B.: Some Factors affecting Absorption and Transport of foliar applied Nutrients as revealed by Radioisotopes. Agr. Expt. Sta. Michigan, Quart. Bull. *39*, 398—415 (1957).

VANNER, H. und BACHOFEN, R.: Transport und Verteilung von markierten Substanzen I, Planta 57, 531—542.

Wild M 11

Das neuartige, ausbaufähige Mikroskop

Ideal für Kurse und Laboratorien, für Studenten der Medizin und der Naturwissenschaften. Die Grundausrüstung lässt sich später nach dem »Baukastenprinzip« mit wenigen Handgriffen bis zum Forschungsstativ ausbauen.

◘ Schweizer Präzisionsinstrument. Ausgerüstet mit der ausgezeichneten Wild-Mikro-Optik. Neuartige Verpackung in einer Metallhaube.

Prospekt mit technischen Daten durch die Optischen Werke Wild Heerbrugg AG., Heerbrugg/SG

WILD
HEERBRUGG

Volle Garantie für prompten Service und zuverlässige Nachlieferung von Ersatzteilen durch ◘ Schweizer Unternehmen von Weltruf

---

Clichés

Schwitter A. G. Basel - Zürich

Jahrgang 107 Heft 2 Juni 1962

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
NOV 08 1962
LIBRARY

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

Transport und Verteilung von markierten Substanzen V

Von

R. BACHOFEN

Über Quelltöpfe, Quellhügel und Wasserstollen des Nefzaoua (Südtunesien)

Von

KARL SUTER

Die Reduktion des Luftdrucks auf das Meeresniveau

Von

MAX SCHÜEPP

Die Sonnenaktivität im Jahre 1961

Von

M. WALDMEIER

Preis Fr. 7.—

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1961: 163. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet. Bestellungen nimmt der Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8 (Postfach Zürich 34), auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: PD Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 7/32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Photoapparate GANZ & Co
Filmkameras
ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 23 97 73

Transport und Verteilung von markierten Substanzen V*

Über die Natur der transportierten Kohlehydrate bei *Phaseolus multiflorus*

Von

R. BACHOFEN

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Universität Zürich
Direktion: Prof. Dr. H. WANNER

Einleitung

Das Problem der chemischen Natur der organischen Transportstoffe in Siebröhren von Pflanzen beschäftigt Pflanzenphysiologen schon seit über 100 Jahren. HARTIG (1860) gewann erstmals Phloemsaft, indem er die Rinde verschiedener Bäume anschnitt. Er fand bei der anschliessenden Untersuchung: «Es enthält derselbige geringe Mengen beim Aufkochen sich ausscheidende stickstoffhaltige Körper, keinen Gummi, aber zwischen 25 und 33% Zucker sehr verschiedener Art und Kristallform, theils süss und dem Rohrzucker in der Kristallform ähnlich, aber auch in abweichender Form kristallinisch sich ausscheidend (zum Beispiel bei Akazie in sphaerischen Tetraedern), theils geschmacklos (Mannit).»

Auch in neuerer Zeit wurde diese Methode der Saftgewinnung noch häufig angewandt, so von MÜNCH (1930), CRAFTS (1939), WANNER (1953), ZIEGLER (1956) und ZIMMERMANN (1957). Die drei letztgenannten Autoren bedienten sich der Papierchromatographie als Untersuchungsmethode und kamen damit gegenüber früheren Forschern zu feineren Resultaten. Obwohl bei der Gewinnung von Phloemsaft durch Anschneiden der Baumrinde die Gefahr besteht, dass der austretende Saft durch den Zellinhalt angeschnittener Rindenzellen verunreinigt wird, fanden WANNER (1953) und ZIEGLER (1956) an insgesamt 12 verschiedenen europäischen Bäumen im austretenden Saft nur Saccharose als Wanderzucker. Hexosen und Hexosephosphate konnten auch in Spuren nicht nachgewiesen werden. ZIMMERMANN (1957) untersuchte 16 amerikanische Baumarten und fand als Transportform neben der meist dominierenden Saccharose auch die galaktosehaltigen Zucker Raffinose, Stachyose und Verbascose. Reduzierende Zucker fehlten auch hier.

---

* Transport und Verteilung von markierten Substanzen IV: Direkte Messung der Transportgeschwindigkeit mit Isotopen, von R. BACHOFEN und H. WANNER, erscheint in Planta, 1962.

e geschilderte Art der Gewinnung von Phloemsaft ist nur bei verholzten Dikoty-
öglich. Um auch an unverholzten Pflanzen Phloemsaft untersuchen zu können,
ndete MITTLER (1957) Blattläuse, welche die Siebröhren anstechen. Nach dem
neiden des Rüssels der Tiere kann der austretende Saft noch während Stunden
nen und damit die Zusammensetzung des Inhaltes einzelner Siebröhren ana-
werden; für kurzzeitige quantitative Untersuchungen sind die austretenden
en allerdings etwas gering. Auch mit dieser Methode konnten von verschiedenen
en (MITTLER, 1958; ZIEGLER und MITTLER, 1959; WEATHERLEY et al., 1959)
accharose und Spuren von Raffinose gefunden werden.
dere Autoren (ENGARD, 1939; TURNER, 1960) versuchten die Natur des Trans-
uckers zu ermitteln, indem sie Zweige ringelten und nach einer gewissen Zeit die
lung der einzelnen Kohlehydrate ober- und unterhalb der Ringelungsstelle un-
hten. Bei beiden Autoren wurde die Konzentration der Saccharose durch Rin-
g am meisten beeinflusst; im Phloem, aber auch im Xylem staute sich diese
alb der Ringelungsstelle am stärksten.
neuerer Zeit wurden für die Lösung dieses Problems auch Isotope verwendet.
ON und ARONOFF (1952) untersuchten nach ^{14}C-Fütterung an Blätter von Soya
tstandenen markierten Verbindungen in den einzelnen Organen. So waren in
eln nur Saccharose, Glucose und Fructose markiert. Das Verhältnis zwischen
arose und den Hexosen (97 : 3) zeigte, dass Saccharose als Hauptform des
rtransportes angenommen werden muss. Ähnliche Versuche wurden von
SON und EL SHISHINY (1958) an Reben durchgeführt. Bei dieser verholzten
e untersuchten die beiden Autoren Xylem und Phloem getrennt auf markierte

behandelten wir mit Dowex 50, um Kationen und Aminosäuren zu entfernen, dampften im Rotationsverdampfer bei 40° ein und chromatographierten aliquote Teile auf Whatman 1 mit dem Fliessmittel Äthylacetat-Eisessig-Wasser (3 : 1 : 3, organische Phase). Nach 30 Stunden konnten von den Chromatogrammen auf Agfa-Röntgenpapier Autoradiographien erstellt werden.

Die durch die Radiographie ermittelten Zuckerflecken wurden eluiert und je zum Teil zur quantitativen Bestimmung der Aktivität und des Zuckergehaltes verwendet. Die Messung der Aktivität erfolgte auf Glasplättchen im Methandurchflusszähler (FRIESEKE und HOEPFNER 90+901), während der Zuckergehalt nach der Antronmethode im Beckman bestimmt wurde. Für die sorgfältige Mithilfe bei Analysen möchten wir Frl. E. KÖHLE bestens danken, ebenso der Atomforschungskommission des Schweizerischen Nationalfonds für die finanzielle Unterstützung.

Ergebnisse

a) Der alkohollösliche Anteil der markierten Verbindungen

Die in den mit ^{14}C gefütterten Blättern gebildeten markierten Verbindungen werden sehr rasch fixiert. Nach VERNON und ARONOFF (1952) sind bereits nach 20 Minuten 25% der markierten C-Verbindungen als Stärke und in geringem Masse auch als Zellulose gebunden. In unseren Versuchen konnte keine eindeutige Abhängigkeit der Fixierungsrate von der Fütterungsdauer festgestellt werden. Vielmehr zeigte sich eine deutliche Beziehung zum Alter des gefütterten Blattes. Obwohl nur Pflanzen mit voll entfaltetem oberstem (= drittem) trifoliatem Blatt verwendet wurden, waren Unterschiede offensichtlich. Die Fixierung in kleineren Blättern (Trockengewicht 50 bis 100 mg) war kleiner als in grossen (TG 200—300 mg). In den ersteren waren nach 1 Stunden zum Beispiel 33% der gebildeten markierten Verbindungen in Alkohol unlöslich, während in älteren, grossen Blättern schon nach 1—2 Stunden die Fixierung bis gegen 70% gehen konnte.

In Früchten erfolgte eine fortschreitende Fixierung mit steigender Versuchsdauer, wie zu erwarten war. Während nach 1 Stunde bei einer Frucht, die 95 mm vom gefütterten Blatt entfernt lag, erst 4% markierter C-Verbindungen in fixierter Form vorlagen, erhöhte sich dieser Anteil nach 2 Stunden auf 40% und nach 4 Stunden schliesslich auf 48%.

In den Leitorganen (Internodien) war die Fixierung erwartungsgemäss gering. Gegenüber den von VERNON und ARONOFF nach 20 Minuten gemachten Angaben von 4,6% erhöhten sich unsere Werte bis gegen 15% bei den längeren Versuchszeiten. In nahe der Fütterungsstelle gelegenen Internodien war die Fixierung deutlicher ausgeprägt als in entfernteren Stengelteilen.

Der Blattstiel des gefütterten Blattes zeigte dagegen einen bedeutend höheren Fixierungsgrad als die oben genannten Leitorgane. Unabhängig von der Zeitdauer der Verabreichung des Tracers fanden wir darin zwischen 21 und 36% der markierten C-Verbindungen in unlöslicher Form vor. Diese Abweichung ist darauf zurückzuführen, dass sich bei unserer Versuchsanordnung ein mehr oder weniger grosser Teil des Blattstiels in der Fütterungsküvette befand und damit durch Assimilation befähigt war, selbst aktiven Kohlenstoff einzubauen.

b) Die radioaktiven Produkte (Kohlehydrate)

e Abb. 1 zeigt, finden sich im gefütterten Blatt eine grosse Zahl radioaktiv mar-
Verbindungen. Nach VERNON und ARONOFF sind schon nach 20 Minuten neben
hydraten eine ganze Anzahl von Aminosäuren und organischen Säuren mar-
Da bei unseren Versuchen die Extrakte vor dem Chromatographieren mit
austauscher behandelt wurden, zeigen die Chromatogramme in Abb. 1 nur
rschiedenen markierten, mit Alkohol extrahierbaren Kohlehydrate. Im gefüt-
Blatt sind neben den deutlich hervortretenden Verbindungen Saccharose, Glu-
Fructose, vor allem auch Raffinose und nicht näher untersuchte Pentosen mar-
In den verschiedenen Stengelstücken sind neben der dominierenden Saccharose
ringe Mengen anderer Kohlehydrate vorhanden; in ungefähr gleicher absoluter
tät liegen die Spaltprodukte des Rohrzuckers, Glucose und Fructose und das
charid Raffinose vor.

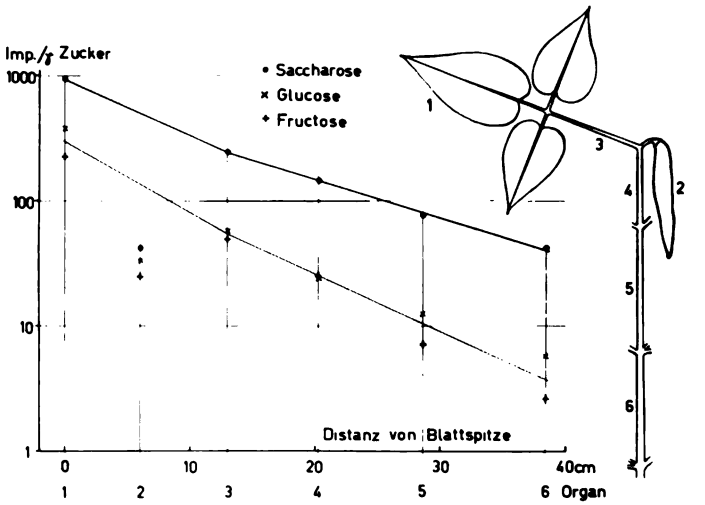
n den genannten Zuckern zeigt Saccharose die höchste spezifische Aktivität, gefolgt von Raffinose, deren absolute Konzentration im Vergleich zur Saccha- ıedeutend geringer ist. Die spezifischen Aktivitäten von Glucose und Fructose in dem der Fütterungsstelle nahen Leitorgan (Blattstiel) bei 22% derjenigen ıccharose; mit wachsender Entfernung von der Fütterungsstelle findet eine Ab- e des Verhältnisses Saccharose-Hexosen statt (17,5%, 13,1%, 10,5% in den ıden Internodien, vgl. Abb. 2). Wie dies von SWANSON und EL SHISHINY for- rt wurde, lässt diese Tatsache den Schluss zu, dass auch bei *Phaseolus* Glucose ·ructose nicht als solche transportiert werden, sondern dass sie in den Geweben ·halb der Leitungsbahnen sekundär entstanden sein müssen.
ɜ spezifische Markierung der Zucker Saccharose, Glucose und Fructose ist in .ten von ähnlicher Grösse.

c) Verlauf der Radioaktivität längs der Hauptachse

e von verschiedenen Autoren festgestellt wurde (vgl. Zusammenfassung bei Y, 1960), nimmt die Aktivität in der Hauptachse mit der Entfernung von der ·ungsstelle logarithmisch ab (Abb. 2). Die Verteilungskurve kann durch die ıung

$$\log r = -b \cdot d$$

ırieben werden, wobei r die Aktivität in der Distanz d von der Fütterungsstelle tet. Die Neigung der Geraden, b, lag bei unseren Versuchen zwischen 0,091 ,128 cm^{-1}; diese Werte stehen in guter Übereinstimmung mit dem Mittelwert m^{-1}, den CANNY (1960) unter Zuhilfenahme von Arbeiten verschiedener Auto- rechnete.



. Spezifische Aktivitäten (Impulse pro γ Zucker) von Saccharose, Glucose und Fructose im rten Blatt (1), Blattstiel (3), den folgenden 3 Internodien (4—6) und der in der Achsel des gefütterten Blattes stehenden Frucht (2). Abszisse = Längen der Internodien.

tliche Organe wie Früchte oder Verzweigungen scheinen auf die logarithmische
lung der Aktivität in der Hauptachse von untergeordneter Bedeutung zu sein,
wenn grosse Teile der Aktivität bei den betreffenden Knoten seitlich abgeleitet
n.

Diskussion

wohl es mit der beschriebenen Methode nicht möglich ist, nur den Extrakt der
ilatleitungsbahnen zu gewinnen, kann auf Grund unserer Untersuchungen bei
olus eindeutig die Saccharose als Transportzucker bezeichnet werden. Wie von
ERMANN an verschiedenen Bäumen gefunden wurde, scheint auch hier Raffinose
ansportzucker vorzukommen, zeigte sie doch eine der Saccharose entsprechende,
spezifische Aktivität. Mengenmässig ist Raffinose von untergeordneter Bedeu-
Glucose und Fructose entstehen, wie sich aus dem abnehmenden Verhältnis
ccharose mit zunehmender Entfernung vom Fütterungsort ableiten lässt, ausser-
des Leitgewebes und werden nicht transportiert. Damit können die Angaben
EYER-MEVIUS für *Phaseolus* als widerlegt betrachtet werden.
was unerwartet war die Feststellung, dass Früchte seitlich an der Hauptachse
uf die logarithmische Verteilung längs der Hauptachse nicht auswirkten, obwohl
ist den grössten Teil der aus dem gefütterten Blatt auswandernden Stoffe auf-
men vermögen. Dieser Befund kann nur so erklärt werden, dass die Transport-
windigkeit in den verschiedenen Abschnitten des Stengels von ungleicher Grösse
ss zum Beispiel im Blattstiel grössere Geschwindigkeiten vorkommen müssen

CRAFTS, A. S.: The relation between structure and function of the phloem. Am. J. Bot. 26, 1939, 172—177.

ENGARD, C. J.: Translocation of Carbohydrates in the Cuthbert Raspberry. Bot. Gaz. 100, 1939, 439—464.

HARTIG, Th.: Beiträge zur physiologischen Forstbotanik. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 36, 1860, 257—261.

MEYER-MEVIUS, U.: Vorkommen und Transport von Kohlenhydraten und Stickstoffverbindungen in den pflanzlichen Leitungsbahnen. Flora 147, 1959, 553—593.

MITTLER, T. E.: Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus*. Uptake of phloem sap. J. exp. Biol. 34, 1957, 334—341.

— Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus*. The nitrogen and sugar composition of ingested phloem sap and excreted honey dew. J. exp. Biol. 35, 1958, 74—84.

MÜNCH, E.: Die Stoffbewegungen in der Pflanze. Fischer, Jena 1930.

SWANSON, C. A. und EL SHISHINY, E. D.: Translocation of sugars in the Concord grape. Pl. Phys. 33, 1958, 33—37.

TURNER, E. R.: Movement of organic nitrogen and carbohydrates in Pelargonium plants. Ann. Bot. 24, 1960, 382—386.

VERNON, L. P. und ARONOFF, S.: Metabolism of Soybean leaves IV. Translocation from Soybean leaves. Arch. Biochem. 36, 1952, 383—398.

WANNER, H.: Die Zusammensetzung des Siebröhrensaftes. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 63, 1953, 162–168.

WANNER, H. und BACHOFEN, R.: Transport und Verteilung von markierten Assimilaten I. Planta 57, 1961, 531—542.

WEATHERLEY, P. E., PEEL, A. J. und HILL, G. P.: The physiology of the sieve tube, Preliminary experiments using aphid mouth parts. J. exp. Bot. 10, 1959, 1—16.

ZIEGLER, H.: Untersuchungen über die Leitung und Sekretion der Assimilate. Planta 47, 1956, 447—500.

ZIEGLER, H. und MITTLER, T. E.: Über den Zuckergehalt der Siebröhren- bzw. Siebzellensäfte von *Heracleum Mantegazzianum* und *Picea abies*. Z. Naturforsch. 14b, 1959, 278—281.

ZIMMERMANN, M. H.: Translocation of organic substances in trees. I. The nature of the sugars in the sieve tube exudate. Pl. Phys. 32, 1957, 288—291.

[redacted]

Über Quelltöpfe, Quellhügel und Wasserstollen des Nefzaoua (Südtunesien)

Von

KARL SUTER, Zürich[1]

(Mit 7 Abbildungen im Text)

Im E des ausgedehnten, 15—20 m ü. M. gelegenen Chott el Djerid (die Ortsnamen werden den topographischen Karten entsprechend in französischer Schreibweise wiedergegeben) findet sich die Region des Nefzaoua mit Kebili als wirtschaftlichem und administrativem Mittelpunkt (Abb. 1). Sie wird im N vom Djebel Tebaga und im S vom riesenhaften Dünenmeer des Großen Östlichen Erg begrenzt. Von Sand und Sanddünen bedeckter Boden ist aber schon innerhalb des Nefzaoua weit verbreitet. Die Region gehört der 350 km langen Senke an, die sich am Südrande des Atlasgebirges vom Golf von Gabès nach Biskra ausdehnt.

Der Djebel Tebaga, ein maximal 469 m Höhe erreichender, stark zerscharteter Gebirgszug, beginnt als Djebel el Aziz in der Nähe von El Hamma im E und endigt

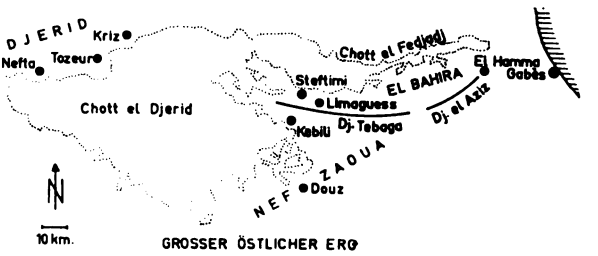


Abb. 1. Übersichtsskizze über die Region des Nefzaoua.

[1] Studienreise des Verfassers 1961, die in dankenswerter Weise von der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich subventioniert wurde. An ihr nahmen die folgenden Assistenten des Geographischen Institutes der Universität Zürich teil: H. HÄFNER, Dr. D. STEINER und Dr. H. ZIMMERMANN.

rund 100 km langem, sehr einförmigem, leicht nach S ausbiegendem Verlauf im sogenannten Zoui, einer in den Schott vorspringenden Halbinsel, welche den lichen Chott el Djerid von seinem nach E sich erstreckenden Ausläufer, dem el Fedjadj, trennt. Besonders charakteristisch für den Djebel Tebaga ist, dass s zwei parallel zueinander verlaufenden Ketten besteht, zwischen die sich eine 2,5 km breite Talebene einschiebt. Die beiden Ketten sind von mehreren Klusen brochen, so dass sie für den Verkehr kaum ein Hindernis bilden.

s Nefzaoua stellt das Randgebiet der weiten saharischen Tafel, des sogenannten r, dar, das sich vom Grossen Östlichen Erg nach N ausdehnt. Wie der Djebel ga zeigt, sind die im grossen ganzen im Nefzaoua horizontal verlaufenden Geschichten nördlich von Kebili zu einem weitgespannten Dom aufgerichtet. Sowohl in seinem Süd- als auch Nordast steigen sie im S sanft aus der Niederung, bezw. ngsweise Talebene, auf und brechen nach N hin, wo sie sich in Form von ntköpfen darbieten, steil, ja treppenartig ab. In der die beiden Äste voneinander enden Talebene handelt es sich um ein durch Erosion und Verwitterung herauslliertes Isoklinaltal. Wie die geologische Karte im M 1 : 200 000 zeigt, bestehen esteinsbänke des Südastes aus Oberen Senon-Kalken, die aus der Niederung des oua auftauchen. Diese Niederung selber setzt sich teils aus lehmig-tonigen nten des Quartärs, teils aus mehr oder weniger horizontal gelagerten miopliosandsteinen und Nagelfluhen zusammen. Der Nordast indessen baut sich aus Kalken des Turon und Cenoman auf, an deren Basis die Gesteine des Alb Vorschein kommen. Der Untergrund der anschliessenden Ebene El Bahira be-

aus den Gesteinen der Jurazeit. Im Isoklinaltal sind die Kalkmergel des Untersen

Quelltöpfe

Von ganz besonderem Interesse sind im Nefzaoua die Wasserverhältnisse. Bis vor wenigen Jahren waren für die Versorgung der Bevölkerung mit Trink-, Brauch- und Bewässerungswasser die Quelltöpfe am wichtigsten. Heute werden sie von den leistungsfähigeren artesischen Brunnen übertroffen.

Die Quelltöpfe, die meistens in völlig ebenem Gelände liegen, stellen rundliche Teiche dar von 20—80 m Durchmesser und 1—10 m Tiefe. An ihrem Grund sprudelt an mehreren Stellen klares Wasser hervor, in dem Fische leben. Dieses aufquellenden Wassers wegen werden sie als Ain, das heisst Quelle bezeichnet. Ihr Wasserertrag ist nach Auskunft von seiten der Behörden sehr konstant; weder jährliche noch jahreszeitliche Schwankungen sind feststellbar.

Der Palmgarten von Kebili verdankt sein Dasein in erster Linie einem Quelltopf dem Ras el Ain (Durchmesser ungefähr 80 m, Tiefe 10 m, 41 m ü. M.), der an seinem Ostrande liegt. Leider ist sein Wasserertrag nicht bekannt; man weiss nur, dass er mit dem artesischen Brunnen zusammen, der neben ihm erstellt wurde und sein Wasser in den Quelltopf ergiesst, im Mittel 120 l/sec liefert. Den ganzen Tag über, von den heissen Mittagsstunden während des Sommers abgesehen, ist er von Frauen und Kindern belagert, die in Ziegenfellschläuchen und Krügen Wasser holen oder auch Wäsche abhalten, und von Männern, welche Wasser in kleinen Zisternenwagen den Baustellen zur Zubereitung von Mörtel oder den Neuanpflanzungen zuführen.

Raschen Laufes fliesst dieses Wasser durch ein System von Gräben (Seguia), die in blosser Erde ausgehoben sind, den verschiedenen Gartenabschnitten zu. In dieses System sind einige kleinere, teilweise auszementierte Verteilerbecken, die sogenannten Mesaref (Einzahl Masraf), eingeschaltet, die das Wasser auffangen und an andere Gräben weitergeben. Diese Becken sind so wichtig, dass sie alle einen besonderen Namen haben. Im Nefzaoua wird das Wasser nach der Zeit verteilt, das heisst jeder Gartenbesitzer erhält es in einem 13tägigen Kehr eine bestimmte, sich nach seinen Wasserrechten bemessende Zeit lang. Leider hat man aber in vereinzelten Oasen, zum Beispiel in Kebili-Souk, von diesem Turnus abweichen müssen, weil die Gärten, ohne gleichzeitige Wasservermehrung, übermässig ausgedehnt wurden. Die Folge davon ist, dass eine einmalige Bewässerung des ganzen Gartens nicht mehr in 13 Tagen vollzogen werden kann, sondern bloss noch in 17 oder gar 20 Tagen. Die Wasserverteilung ist für den Wasservogt eine sehr mühsame, ihn Tag und Nacht beanspruchende Arbeit. Doch sie dauert nur den heissen Sommer über, vom 29. Mai bis zum 29. September, ausnahmsweise bis zum 15. Oktober, also vier bis viereinhalb Monate. Während der kühleren Jahreszeit ist das Wasser frei; jedermann darf dann seinem Garten so viel zuleiten als ihn gut dünkt.

Im NW von Kebili, ungefähr 4 km von ihm entfernt, dehnt sich der grosse Palmgarten der fünf Dörfer Djedida, Telmine, Mansoura, Rabta und Tembib aus. Er wird teils durch artesische Brunnen, teils durch Quelltöpfe mit Wasser gespeist. Nicht weniger als sechs Quelltöpfe finden sich im Umkreis der beiden benachbarten Siedlungen Djedida und Mansoura, worunter deren drei, die in jeder Hinsicht an den Ras el Ain erinnern, im besondern der etwa 80 m breite und 8 m tiefe Ain el Hadid (31 m ü. M.), an dessen Grund im Mittel 25 l/sec Wasser aufstossen (Abb. 2). Sein

er wird durch zwei verschieden breite Seguias weggeführt, nämlich den Oued da, durch den zwei Drittel nach dem östlichen Gartenabschnitt abfliessen, und guia Ennsala, welche den verbleibenden Drittel dem südlichen Abschnitt zu-

r 10 m vom Ain el Hadid entfernt findet sich der kräftig sprudelnde Ain Zoua- der durch eine Rinne mit dem unmittelbar anschliessenden Ain chrachir ver- n ist. Das Wasser dieser beiden Quelltöpfe — sie liefern zusammen 113 l/sec — im Oued el Karig weg. Doch nach kaum 10 m Laufstrecke teilt er sich in zwei grosse Gräben auf, wovon der eine es den Gartenabschnitten von Djedida und ne zuführt und der andere den Abschnitten von Mansoura und Rabta. Die drei töpfe zusammen erlauben die Bewässerung von 330 ha.

hr viel geringer sind die Wassererträge der restlichen drei Quelltöpfe dieses nabschnittes, nämlich des Ain mada, der beim alten, aus römischer Zeit stam- en Weiler Torra liegt, dann des Ain kesra bei Mansoura und des Ain Makairou ü. M.) bei Djedida.

ch in der Nähe von Tembib kommt ein Quelltopf (Durchmesser ca. 30 m, 1,5 m, 54 m ü. M.) vor, ferner ein ähnlich grosser im Palmgarten von Bazma, h an seinem östlichen Rande am Fusse eines niedrigen Hügels befindet, auf dem edlung thront. Um ihn gegen Sandeinwehung zu schützen, wurde er von einem hohen Zaun aus Erde und Palmwedeln umzogen.

ese Beispiele mögen genügen. Aus ihnen geht hervor, dass sich die Quelltöpfe zug auf Grösse und Wasserertrag in zwei Gruppen ordnen: in eine erste Gruppe Typus des Ras el Ain und in eine zweite Gruppe vom Typus des Ain Makairou.

Landschaft dar. Im folgenden seien einige wenige dieser Quellhügel beschrieben, unter anderem jene drei, welche sich in der Nähe von Tembib befinden (Abb. 6).

Im SW dieser Siedlung, ungefähr 800 m von ihr entfernt, liegt der Djeziret Oulad Aissa (34 m ü. M., Schottebene 15—17 m). Er besteht hauptsächlich aus sandig-lehmigem Material mit Salzausblühungen an seiner Oberfläche und gleicht in der Form einem abgestumpften Kegel (Abb. 3) mit einem Durchmesser an der Grundfläche von ungefähr 120 m und einer Höhe von 17—20 m. Er weist oben einen «Krater» — dieser Ausdruck wird nur der Veranschaulichung wegen verwendet, mit Vulkanismus hat die Erscheinung nichts zu tun — von 10 m Tiefe und etwa 50 m Basisdurchmesser auf (Abb. 4). In diesem Kratergrund sprudelt an zwei Stellen Wasser hervor, das zur Entstehung eines winzigen, von wenigen Palmen umstandenen Teiches Veranlassung gab. Dieses Wasser fliesst durch zwei Breschen, die in den Quellhügel eingeschnitten sind und sich gegenüber liegen, aus dem Krater heraus zu je einem kleinen, im SW beziehungsweise NE am Hügelfuss sich ausdehnenden Palmgarten. Wahrscheinlich hat, als der Ringwall noch geschlossen war, ein Kratersee mit zwei Überläufen bestanden, welche nach und nach die beiden Breschen schufen. Wie es scheint, sind sie vom Menschen zwecks besserer Wasserableitung etwas erweitert worden. Ringsum weist der Wall nach aussen hin Rillen — vermutlich Regenrillen — auf. Im Gesteinsmaterial ist ein schwaches periklinales Fallen zu erkennen. Wie dieser Djeziret Oulad Aissa, so besitzen noch ganz wenige andere Hügel auch zwei Quellen, die gleichfalls die Entstehung von zwei Gärten bewirkten, so zum Beispiel der Chouchet Djemna, der sich 3 km westlich von Toumbar befindet, und der Hassine (38 m ü. M.), 1,5 km südlich von Negga.

Südöstlich des Djeziret Oulad Aissa, 800 m von ihm entfernt, liegt der 14 m über die Schottebene sich erhebende, im übrigen fast gleich grosse und auch gleich aussehende Djeziret Taifout (31 m ü. M.). Auch er baut sich aus sandig-lehmigem Material auf und besitzt einen Krater, aus dessen Grund Wasser hervorsprudelt. Dieses fliesst durch eine Kerbe nach dem am Nordfuss gelegenen Palmgarten ab.

Vereinzelte Quellhügel wurden für die Bevölkerung zu den bevorzugten Siedlungsstellen, so jener ganz flache, ungefähr 15 m die Ebene überragende Lehmhügel, auf dessen Westhang Tembib sitzt. Auch dieser Hügel ist von einem Krater aufgerissen, dessen Innenseite durch grosse Steilheit auffällt. Ja, stellenweise kommen bis 8 m hohe Wände vor, die aber künstlicher Entstehung sind. Die Bevölkerung hat hier Lehm zur Herstellung von Ziegeln abgestochen. Auch hob sie in diesen Wänden ein paar Wohnhöhlen aus, welche aber heute nur noch als Viehställe benutzt werden. Drei der Grotten wurden zu Ölmühlen ausgebaut. Auch der Kratergrund dieses Quellhügels wird von einem kleinen Teich eingenommen.

Zahlreiche gleich aussehende Hügel finden sich im Raume zwischen Negga, Toumbar, Tembib und Guetaia, so der Djeziret el Melah (23 m ü. M.) mit einer Eigenhöhe von 8 m, der Djeziret el Berrhoutsia (26 m ü. M.) mit einer solchen von 11 m, der Hassine (38 m ü. M., Eigenhöhe 20 m), der Mkralif (38 m ü. M., Eigenhöhe 12 m), der Djeziret Mansoura (29 m ü. M., Eigenhöhe 14 m), der Djeziret el Arbi (32 m ü. M., Eigenhöhe 17 m), der Djeziret Ebnes (47 m ü. M., Eigenhöhe 32 m) usw. Daneben gibt es viele Quellhügel mit geringerer Eigenhöhe, nämlich einer solchen von nur 5—6 m, und mit entsprechend auch kleinerem Krater, so zum Bei-

in der Nähe des Palmgartens von Djedida. Da sind die Wassermengen der dwasseraufstösse so gering, dass es sich nicht lohnt, sie dem Hügelfuss zuzu-; die Palmen, die sie benötigen, stehen da gerade mitten im Krater drin.

wohl in der Form als auch im Aufbau stimmen die Quellhügel miteinander ehend überein, doch nicht ganz in der Grösse. Diesbezüglich lassen sich zwei pen unterscheiden: eigentliche Zwerghügel, die Eigenhöhen von bloss 5—8 m n, und Kleinhügel, welchen Höhen von 10—30 m zukommen. Was den Wasser- ihrer Quellen anbelangt, so ist er unterschiedlich, doch im grossen und ganzen g, bei den grösseren Quellhügeln vielleicht 1—2 l/sec, bei den kleineren Bruch- davon. Viele Quellen sind auch bereits wegen mangelnden Unterhalts versiegt vom Sande zugedeckt worden. Ihre Austrittsstellen liegen zwischen 20 und 30 m , das heisst wenige Meter über der Niederung. Die Quellen ordnen sich somit zeichnet in ein bestimmtes Niveau ein. Diese Tatsache spricht dafür, dass sie em gleichen hydrostatischen Druck unterstehen und dem gleichen Grundwasser- r entstammen.

uellhügel gleicher Art, doch von viel geringerer Grösse, kommen, wie aus der atur hervorgeht, auch in anderen saharischen Gebieten vor, so im Châti des ichen Fezzan, zum Beispiel in der Oase Serdelès, wo nach P. BELLAIR (S. 29) ere Quellen auf der Kuppe eines flachen, abgestumpften, in der Form einem an gleichenden Kegels, welcher sich nur 2—3 m über die Ebene erhebt, hervor- eln. Auch in der Region der Hofra und der von Gatroun-Tejerki sind sie ver- t.

e grösseren Quellhügel des Nefzaoua haben — das sei nur nebenbei erwähnt,

Abb. 2. Quelltopf des Ain el Hadid im Palmgarten von Djedida (Nefzaoua).

Abb. 3. Quellhügel des Djeziret Oulad Aissa bei Tembib (Nefzaoua).

Abb. 4. Quellhügel des Djeziret Oulad Aissa bei Tembib (Nefzaoua).

Abb. 5. Khariga mit zwei Quellköpfen am Nordfuss des Südastes des Djebel Tebaga bei Men
Der Palmgarten liegt in der Talebene zwischen dem Süd- und dem im Hintergrund sichtl
Nordast.

(S. 33) erwähnt — aufgestellt worden, es handle sich um juveniles, also aus dem maherd der Erde stammendes Wasser, mit anderen Worten um Kondensations- er vulkanischer Dämpfe. Auch das Wasser des Ain el Frass in Ghadames soll er Herkunft sein. Doch ist das bis heute durch nichts erwiesen. Es ist wenig ahrscheinlich, dass diese Ansicht für das Nefzaoua, wo sich bis heute nicht die geringsten Spuren ehemaliger vulkanischer Tätigkeit nachweisen liessen, Gültigkeit erlangt. Sind diese Hügel vielleicht Schlammvulkane? Kaum; entweichen ihnen doch der Gase noch Salzwasser. Auch fehlen ihnen einige andere Eigenschaften, durch sich nach A. GANSSER (S. 3 und 4) die Schlammvulkane im allgemeinen auszeich-

wäre auch daran zu denken, dass die Quellhügel im Zusammenhang mit An- ritlinsen, die sich in der Nähe der Erdoberfläche befinden könnten, entstanden en. Anhydrit erfährt bekanntlich, wenn er Wasser aufnimmt und in Gips über- , eine bedeutende Volumenvermehrung. Dabei entstehen in seiner Umgebung elungen und Stauchungen. Anhydrit- und Gipseinlagerungen kommen in der Tat verschiedenen Stellen und Tiefenlagen des Nefzaoua vor. Leicht liesse es sich vor- stellen, dass sich Anhydritlinsen durch Wasseraufnahme von unten her ausdehnten und dabei den Boden örtlich aufwölbten, ja gar aufbrachen und so gewissen leich- teren Auswurfstoffen den Weg an die Erdoberfläche öffneten. In diesem Zusammen- hang wäre auch die Frage abzuklären, ob es sich in den Quelltöpfen nicht um abge- baute Formen von Quellhügeln handelt.

Das Problem der Entstehung dieser Quellhügel kann nur dann einer Lösung näher- gebracht werden, wenn vorher eine eingehende Analyse des Gesteinsmaterials, aus dem sie sich aufbauen, durchgeführt wird. Auf Grund einer solchen Analyse liesse sich wohl die Frage entscheiden, ob diese Hügel wirklich Durchspiessungen aus der Tiefe der Erdrinde, also sogenannte Diapire, darstellen. ARN. HEIM hat eine grössere Anzahl von Diapiren aus aller Welt beschrieben; doch findet sich kein einziges Bei- spiel darunter, mit dem sich die Quellhügel des Nefzaoua vergleichen liessen, nament- lich nicht in bezug auf die Entstehung. Vielleicht handelt es sich — auf diese Bildungs- möglichkeit hat mich freundlicherweise Prof. A. GANSSER aufmerksam gemacht — um Hügel, die ihre Entstehung der Ausscheidung von Kalktuff (Travertin) durch das aufsteigende und teils verdunstende Quellwasser um seine Austrittsöffnung herum verdanken. Solche Ausscheidungen können mit der Zeit zur Bildung eines kleineren Tuffstockes führen, der nicht selten als Ansatzpunkt für weitere Materialanhäufungen dient, zum Beispiel für durch den Wind verfrachteten Sand und Staub.

Khraig

Im östlichen Abschnitt der Halbinsel, in der Nachbarschaft des Südastes des Djebel Tebaga, erfolgt die Wasserversorgung durch unterirdische Wasserleitungen, die sogenannten Khraig (Einzahl Khariga). Es sind, wie eine Auszählung an Hand der topographischen Karte im M 1 : 50 000 und von Flugbildern ergeben hat, deren 59 vorhanden. In diese Zahl sind die zerfallenen, offenen Leitungen miteinbezogen.

se Khraig sehen genau so aus wie die Foggara der algerischen Sahara, allein sie bei Längen von bloss 300—1000 m bedeutend kürzer. Auch sie geben sich an Erdoberfläche durch zahlreiche hintereinander liegende und bis 5 m hohe Hügel- zu erkennen. Diese kleinen, durch ihr reihenweises Auftreten aber auffallenden ilde, die nur 5—10 m voneinander entfernt sind, bestehen aus einem Gemisch Lehm, Ton, Mergel und Sanden, mit anderen Worten aus dem Aushubmaterial Schächte, die in ihrer Mitte in die Tiefe dringen, und des sie miteinander ver- enden Stollens (Abb. 5).

Die Khraig beginnen ganz unvermittelt. Sie liegen in ihrem oberen Abschnitt in 0 m, in ihrem unteren Abschnitt indessen, wo sie allmählich die Erdoberfläche chen, bloss noch in 2—4 m Tiefe. Nicht selten sind sie auf längerem oder kürzerem auf eingebrochen. Da sieht man, dass diese Stollen im allgemeinen 0,5 m breit 1 m, doch an vereinzelten Stellen, wo ihre Sohle im Laufe der Zeit tiefergelegt de, auch mehr, vielleicht 4 oder 5 m hoch sind, so dass man darin aufrecht stehen n. Das Wasser, das 1—2 dm hoch steht, zieht, dem geringen Gefälle entsprechend, samen Laufes dahin. Eine grössere Anzahl von Khraig, etwa ein Drittel, führt infolge von Deckeneinstürzen, Sandeinwehungen und ungenügenden Unterhaltes Wasser mehr.

m Gegensatz zur algerischen Sahara, wo das Wasser der benachbarten Foggara in gleicher Richtung dahinzieht, ist das im Nefzaoua nur zum Teil der Fall; mit- r fliesst es dort gerade in entgegengesetzter Richtung dahin, das heisst in den n Khraig nach N oder NW, in den andern nach S, SW oder SE. Daher rührt es, in den beidseits des Südastes des Djebel Tebaga gelegenen Niederungen Palm-

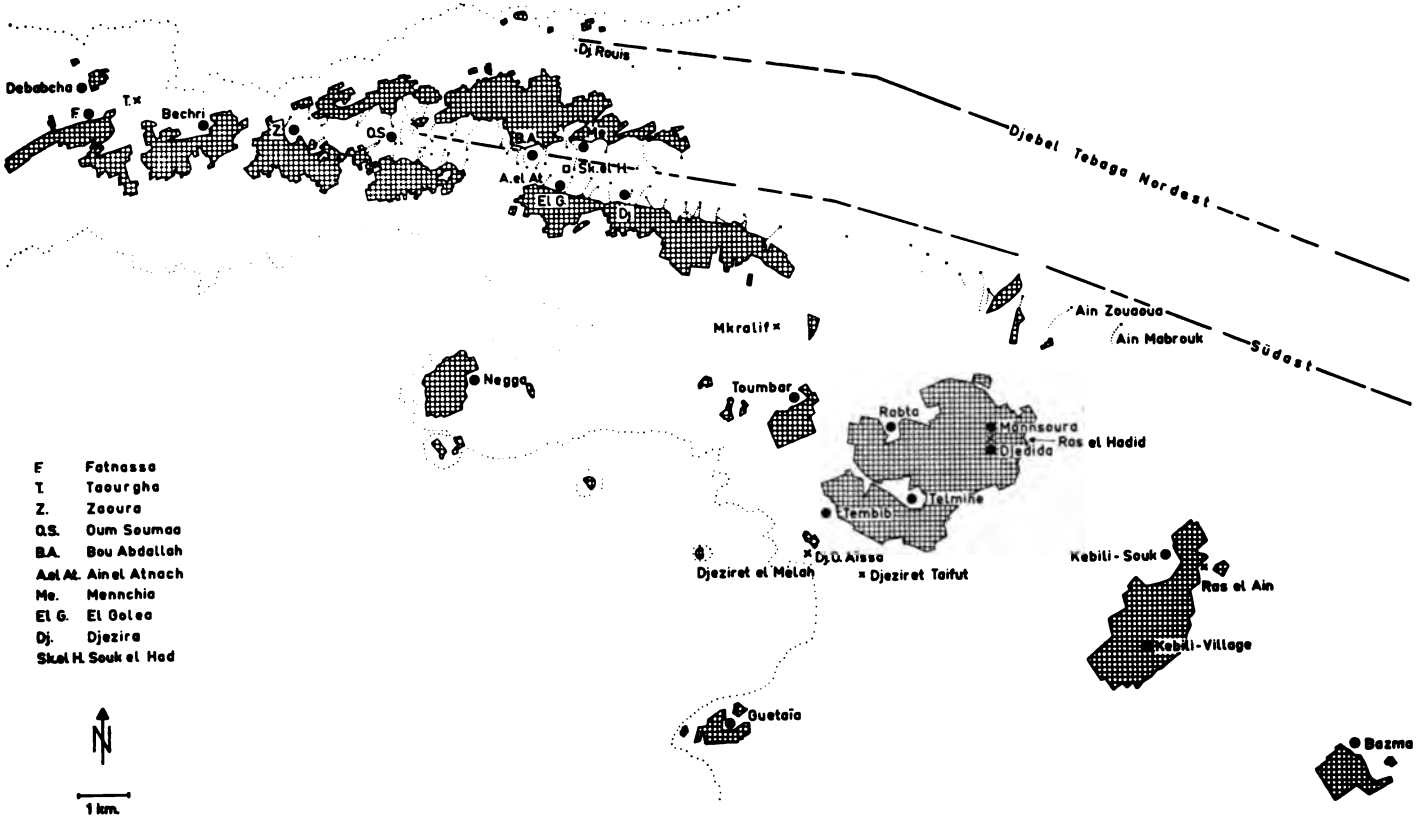


Abb. 6. Übersichtsskizze über die Verteilung der Khraig im Nefzaoua (nach der topographischen Karte und Flugaufnahmen).

Khraig verteilen sich auf die einzelnen Abschnitte wie folgt (Abb. 6):

1. Südast

lseite	Anzahl der Leitungen	Richtungsverlauf	Lage des Quellkopfes zur Kette
n Djezira-El Golea	14	nach S	am Südfuss
n Oum Soumaa-Zaoura	9	nach S	am Südfuss
nördlich Mansoura	10	nach S	am Südfuss
dseite			
n Menchia-Bou Abdallah	15	nach N	8 davon am Nordfuss 7 am Südfuss
n Oum Soumaa-Zaoura	8	nach N	6 davon am Nordfuss 2 am Südfuss

2. Nordast

seite			
östlich des bel Rouis	2	nach S	am Südfuss
dseite			
des Djebel Rouis	1	nach N	am Südfuss

wir finden sie somit auch zum Beispiel am Nordfusse des Südastes. Auf Grund verschiedener Tiefenbohrungen nach Wasser darf der Schluss gezogen werden, dass der Spiegel dieser Grundwasserschicht in ungefähr 60 m Tiefe liegt.

Wie zahlreiche, in aller Welt gemachte Beobachtungen gezeigt haben, hat der Grundwasserspiegel im allgemeinen die gleiche Gestalt wie die Erdoberfläche, mit andern Worten er steigt und fällt ihren Geländeformen entsprechend. Ohne Zweifel trifft dies auch für das Nefzaoua zu. Dann muss auch der Grundwasserspiegel, wie das für die Erdoberfläche der Fall ist, gegen den Djebel Tebaga ganz leicht ansteigen, ohne aber die Erdoberfläche an irgendeiner Stelle zu erreichen; das Wasser bleibt vielmehr am Fusse des Djebels in 8—10 m — früher vielleicht bloss in 5—8 m Tiefe — stecken (Abb. 7). Es ist allerdings auch möglich, dass es sich um Verwerfungsquellen

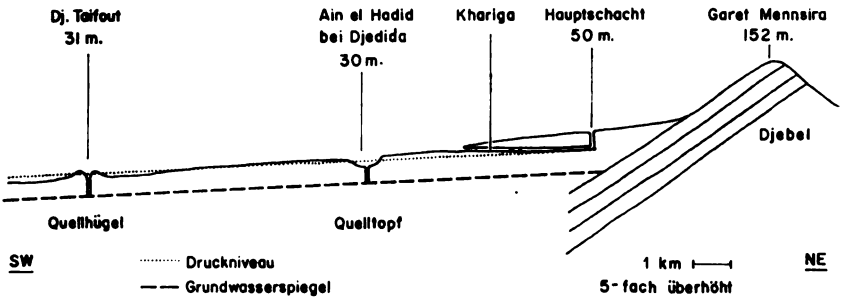


Abb. 7. Profilskizze durch den nördlichen Abschnitt des Nefzaoua.

handelt. Geologe BOUSQUET (zitiert in der Arbeit von CH. DOMERGUE, S. 109—110) vermutet, dass am Südfusse des Djebel Tebaga eine Bruchspalte durchziehe, die dem Wasser den Weg zum Emporsteigen bis fast an die Erdoberfläche weise. Wie dem auch immer sei, dieses Wasser machten sich die Ortsansässigen jedenfalls für ihre Gärten nutzbar, doch nicht mit Hilfe blosser Schachtbrunnen, sondern von Ableitungsstollen. Der grosse Vorteil war, dass die Tag für Tag wiederkehrende, zeitraubende und mühsame Arbeit des Wasserschöpfens dahinfiel. Auch konnte auf die Herstellung von Wassergräben (Seguia) an der Erdoberfläche zur Ableitung des Wassers nach den Gärten verzichtet werden. Diese Aufgabe übernimmt, und zwar ganz von selber, die Khariga. Sie ist somit nichts anderes als ein reiner Ableitungsstollen für erschlossenes Grundwasser.

Nicht ganz so verhält es sich bei der Foggara. Gewiss kommt ihr diese Aufgabe auch zu, doch darüber hinaus noch eine andere. Diese besteht darin, dass sie das artesisch aufsteigende Grundwasser innerhalb des Wasserkörpers zu sammeln hat. Darum ist sie auch so ausgesprochen lang, meistens 3—10 km. Dass die Khariga im Gegensatz zur Foggara kein Wassersammelstollen ist, wird durch den Umstand erhärtet, dass ihr Quellkopf in der Regel einen grösseren Schacht, gewissermassen einen Schachtbrunnen darstellt. Dieser erreicht oft bei einer Grundfläche von 8 auf 15 m seine 10 m Tiefe, wie zum Beispiel bei der Leitung westlich von Bou Abdallah,

Nordfusse des Djebel entspringt und nach N in den Garten hineinzieht. Dieser tbrunnen dient nichts anderem als der Erschliessung der Grundwasserschicht r hier beginnende Stollen der automatischen Ableitung des anfallenden Wasässt der Wasserabfluss nach, so werden am Quellkopf die intensivsten Erweis- und Tieferlegungsarbeiten durchgeführt.

rch Quellköpfe von genau gleicher Art und Grösse zeichnen sich zum Beispiel ie beiden abgestorbenen Leitungen Ain Mabrouk und Ain Zouaoua nördlich bili-Souk, eine Wegstunde von dieser Siedlung entfernt, aus. Wir wurden durch Dr. D. STEINER auf Grund eines Luftbildes auf die Existenz dieser beiden rstollen, die wir daraufhin gemeinsam besuchten, aufmerksam gemacht. Sie n schon seit langer Zeit inaktiv sein, sind sie doch bei der Bevölkerung völlig gessenheit geraten. Die Leitung Ain Mabrouk beginnt hart am Bergfuss (im Djebel Lannkar) mit einem viereckigen Schacht. Seine Grösse — er ist je 8 m breit und tief — deutet darauf hin, dass auch hier eine Wiederbelebung der versucht wurde, doch wohl umsonst. Was einem ferner auffällt, ist ein parallel auptstollen verlaufender Nebenstollen, der nach ungefähr 150 m Laufstrecke Hauptstollen einmündet. Im ehemaligen Palmgarten erkennt man noch Spuren ewässerungsgräben und Gartenmauern.

ch eindrücklicher ist mit seinen rund 30 m Länge und je 10 m Breite und er Quellkopf der Leitung Ain Zouaoua, der von einer Anzahl bis 5 m hoher, m Aushubmaterial bestehender Hügelchen umrahmt wird. Die weitgehend zer800 m lange Leitung wird in ihrem unteren Abschnitt noch von ein paar verrten Palmen begleitet. Das Gefälle der Erdoberfläche in diesem Abschnitt der

nicht, weil sich die Fusszone des Djebel Tebaga gegenüber der Niederung um ein paar Meter höher befindet. Der Druck des Wassers ist zu gering, als dass es auch noch diesen Höhenunterschied zu überwinden vermöchte.

Artesische Brunnen

Der Wasserertrag aller Naturquellen zusammen — es sind rund 400 vorhanden, davon ist allerdings ungefähr ein Drittel versiegt — hat bis zum Anfang unseres Jahrhunderts der Bewässerung der Palmgärten zu genügen vermocht. Zwischen Wasserertrag und Ausdehnung des Gartenlandes hatte sich im Laufe der Zeit eine Art Gleichgewichtszustand herausgebildet. Dieser Zustand wurde dann aber gestört, hauptsächlich durch zwei Umstände: 1. wegen der Zunahme der Bevölkerung, für die neues Gartenland geschaffen werden musste, um ihr Arbeit und Brot geben zu können, und 2. wegen des Übergangs von immer grösseren Gruppen von Nomaden und Halbnomaden zur sesshaften Lebensweise, mit andern Worten von der Viehwirtschaft zum Gartenbau. Die Nachfrage nach Gartenland stieg. Eine Ausdehnung der Palmgärten war im Grunde genommen aber nur möglich, wenn neue Wassermengen erschlossen werden konnten. Im Jahre 1907 wurde der erste artesische Brunnen erstellt; heute gibt es im Nefzaoua bereits deren 38. Sie liefern zusammen 1200 bis 1500 l/sec Wasser. Das macht auf den einzelnen Brunnen im Mittel 30—35 l/sec. Die Bohrungen gingen im allgemeinen in Tiefen von 60—100 m. Am meisten Wasser, nämlich 250 l/sec, fördert ein beim Garten Ben Zitoun, 1,5 km östlich vom Dorfe Blidet gelegener Brunnen. Für diese bedeutende Wassermenge besteht aber sonderbarerweise einstweilen noch keine hinreichende Verwendungsmöglichkeit, denn für die Bewässerung des dort sich befindenden Gartens genügen 40 l/sec. An dessen Ausdehnung lässt sich leider nicht denken, weil es an fruchtbarem Boden fehlt (Dünen und Schottboden).

Eine bedeutende Bohrung ist auch bei Taouergha ganz im W der Halbinsel durchgeführt worden. Auch in diesem Falle kann nicht der ganze Wasserertrag ausgenützt werden, sondern bloss 78 l/sec. Doch der Grund hierfür ist ein ganz anderer. Da musste nämlich die unangenehme Erfahrung gemacht werden, dass bei Vollausnützung der Wasserertrag der zahlreichen benachbarten Naturquellen bemerkenswert zurückging. Diese Feststellung war im Nefzaoua nicht neu, sondern bereits seit der Bohrung bei Telmine vom 20. Juni 1914 (Capitaine GAILLARD, S. 15) bekannt. Damals versiegten sämtliche Quellen im Garten von Kebili-Souk innert kürzester Zeit. Begreiflich darum, dass man diese Bohrung aufgab. Mit ihr war der Beweis erbracht, dass zwischen den artesischen Brunnen und den Grundwasseraufstössen ein enger Zusammenhang besteht, mit andern Worten, dass ihr Wasser aus der gleichen Grundwasserschicht herstammt.

Der Bau von artesischen Brunnen hat erlaubt, das Gartenland seit 1907 um 750 ha auszudehnen. Doch eine weitere Vergrösserung durch Erstellung neuer Brunnen, falls diese in die gleiche Grundwasserschicht hinabreichen, kommt wegen des zu erwartenden Wasserrückgangs der bereits bestehenden künstlichen und natürlichen Wasserlieferanten nicht in Frage. Die Behörde sieht sich darum genötigt, sich der

essung anderer Grundwasserschichten zuzuwenden. So ist im Herbst 1961 ohrung in der Randzone dieses Oasengebietes, nämlich bei Steftimi im N des Tebaga, in Angriff genommen worden. Diese soll bis in eine Tiefe von 1500 m ieben werden.

*

der vorliegenden kurzen Darlegung geht hervor, dass zwischen den Wasser-mmen des Nefzaoua, seien sie nun natürlichen oder künstlichen Ursprungs, ger Zusammenhang besteht. Darauf weisen übrigens auch die chemischen Un-ungen des Wassers hin, das sie zutage fördern, und dessen Temperaturen, die gemeinen zwischen 24° und 27°, doch häufig zwischen 25° und 26° liegen OMERGUE, S. 115). Über die geologisch-hydrologischen Verhältnisse dieses ch gespannten Wassers weiss man aber im Grunde genommen noch nicht viel. CH. DOMERGUE (S. 117) soll das Wasser, das an vereinzelten Stellen am Süd-les Südastes, und zwar vom Ain Brimba im E bis zum Ain el Ksir im W, sprudelt, aus den wasserführenden Turon-Kalken herstammen. Doch für e Abschnitte des Nefzaoua dürfte nach dem gleichen Autor als Wasserlieferant dere Schicht in Betracht fallen, nämlich das oberste Glied der Kreide (Cam-

Literaturnachweis

Die Reduktion des Luftdrucks auf das Meeresniveau

Ein Überblick zum heutigen Stand des alten Problems

Von

MAX SCHÜEPP

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich

1. Problemstellung 106
1.1 Zweck der Luftdruckreduktion 106
1.2 Die Schwierigkeiten der Reduktion im gebirgigen Gelände 107
1.3 Die geschichtliche Entwicklung der Reduktionsmethoden 108

2. Die zur Zeit verwendeten Methoden der Luftdruckreduktion auf das Meeresniveau 110
2.1 Die Grundelemente der Reduktion 110
2.1.1 Stationstemperatur T_s 112
2.1.2 Vertikaler Temperaturgradient a 113
2.1.3 Feuchtigkeitsgehalt (Dampfdruck e_s) 117
2.2 Die Kriterien zur Beurteilung der verschiedenen Reduktionsmethoden 118

3. Isobaren- oder Isohypsenkarten? 120
3.1 Bodendruckkarte im Meeresniveau oder 1000-mb-Karte? 120
3.2 Die Höhenbestimmung von Standardflächen 850 und 700 mb aus hochgelegenen Stationen 121

4. Vorschläge zur Vereinheitlichung der Reduktionsmethoden 123
4.1 Verzicht auf die Reduktion hochgelegener Stationen: zusammengesetzte Karten . . . 123
4.2 Reduktionsmethoden, welche keine Auswertezentrale erfordern 130
4.2.1 Verwendung der aktuellen Aussentemperatur $T_s = T$ 130
4.2.2 Verwendung zeitlich ausgeglichener Temperaturen $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ 130
4.2.3 Verwendung ausgeglichener und geographisch differenzierter Temperaturen $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}+F$ 133
4.2.4 Verwendung globaler oder regionaler Mitteltemperaturen nach Harrison . . . 134
4.3 Ermittlung der massgebenden Reduktion auf einer Auswertezentrale 135
4.3.1 Anpassung der Temperaturen an die Verhältnisse in der freien Atmosphäre (Methode von Eliassen) 135
4.3.2 Verwendung regionaler, einheitlicher Mitteltemperaturen (isotherme Atmosphäre) (Methode von Harrison) 136
4.3.3 Nachteile der Mitwirkung einer Auswertezentrale 136
4.4 Die Reduktion im Tropengebiet 138

5. Schlussfolgerungen 138

... sich im Vergleich zu andern F
schlag und Sonnenscheindauer nur schwach bemerk
weg über den eng mit ihm verbundenen Wind spürb
im klimatologischen Dienst verlangt werden, kom
der Druck im Stationsniveau, der international mit
wird, in Frage. Die Bestimmung des QFE mit Hilfe
guter Aneroide bietet keine prinzipielle Schwierigkei
die notwendigen instrumentellen Korrekturen anz
silberbarometer (Meniskuskorrektion, Reduktion au
korrektion).

Ein ganz anderes Bild erhalten wir in der Synop
Dort bilden die Luftdruckangaben das Fundament de
mit die Grundlage der Analyse und Prognose. Werde
einzigen Station verwendet, genügt es, das QFE zu b
Änderungen die Wetterlage zu beurteilen. Mehr als 3
ersten Barometer von Torricelli hat gezeigt, dass diese
wie es die Beschriftung auf den Aneroiden wahr hab
nicht immer mit «Sturm» und hoher Barometerstand
ständigem Wetter» gekoppelt sein muss. Die Ausdeh
ganzes Stationsnetz und der Vergleich der Angaben de
nahe hundert Jahren bedeutete daher einen wesentliche
der Zusammenhänge zwischen Luftdruck- und Wind
analyse die beherrschende Stellung, die sie bis heute ei
lage bildet aber seither nicht mehr der Druck im Stati
der auf gleiche Höhe reduzierte Luftdruck, der allein ei
zwischen den verschiedenen Orten ermöglicht. Da die
oberfläche einnehmen und die

bleibt und keine grossen Werte erreicht, kann Δp genähert als konstant angenommen werden. Bei grösserer Stationshöhe müssen wir dagegen berücksichtigen, dass ρ und somit Δp eine Funktion der mittleren Temperatur und Feuchtigkeit in der Schicht zwischen Z_p und Z_0 ist, wie wir nachfolgend im 2. Kapitel näher erläutern werden. Die prinzipiellen Schwierigkeiten begannen daher, als die Wetterkarte für die Zwecke der allgemeinen Prognose auf das Festland, zunächst auf die flachen Gebiete, dann aber auch auf die Gebirgsländer ausgedehnt wurde.

In den vergangenen 25 Jahren ist mit der rapiden Entwicklung des Flugverkehrs die Meteorologie mehr und mehr dreidimensional geworden. Dabei erwies es sich sowohl für die Berechnung der Karten als auch für die Zwecke der Fliegerei als praktisch, von der Wiedergabe der Druckverhältnisse in einer Horizontalebene abzugehen und an deren Stelle die Höhenlage einer bestimmten Druckfläche kartographisch darzustellen. Da der Luftdruck mit der Höhe immer abnehmen muss, ergibt sich durch diese Darstellungsart ein eindeutiges Bild der Druckverhältnisse, analog zur Druckverteilung in der Horizontalebene. Den Isobaren im Meeresniveau entsprechen bei der Höhenwetterkarte die Höhenkurven der Druckfläche: die Isohypsen. Bei geradlinigen Isobaren beziehungsweise Isohypsen weht der Wind in der freien Atmosphäre (der sogenannte geostrophische Wind) parallel zu den Kurven. Die Druckflächen haben dabei den Vorteil, dass die Windgeschwindigkeiten bei gleichem Isohypsenabstand für alle Meereshöhen die gleichen sind, während dies bei gleichem Isobarenabstand nicht der Fall ist. Da sich die Isohypsen auch sehr gut für die zeitliche Extrapolation der Druckverhältnisse mit Hilfe physikalischer Modelle eignen, ist mit ihrer Beibehaltung mindestens in der nächsten Entwicklungsphase der Meteorologie zu rechnen. Damit stellt sich die Frage, ob auch bei der Bodenwetterkarte von der Darstellung der Druckverteilung in einer Horizontalebene zur Höhenlage von Druckflächen übergegangen werden sollte, um in allen Höhen zu einer gleichartigen Darstellung zu gelangen. Wir werden auf dieses Problem im 3. Kapitel zu sprechen kommen, nachdem wir zunächst die Probleme behandelt haben, die sich in der Bodenwetterkarte bei der Ermittlung der QFF-Werte stellen.

1.2 Die Schwierigkeiten der Reduktion im gebirgigen Gelände

Wenn es sich darum handelt, Luftdruckwerte von Stationen in grösserer Höhe auf das Meeresniveau zu reduzieren, müssen wir für die Berechnung die unterhalb des Ortes liegende Erd- und Gesteinsmasse durch eine fiktive Luftschicht ersetzen. Dabei ist die Temperatur in der Zwischenschicht von entscheidendem Einfluss auf das Resultat. Diese Temperatur kann von uns frei gewählt werden, da es sich ja, wie erwähnt, um eine fiktive Luftschicht handelt. Die naheliegendste Annahme ist die Extrapolation der Temperaturkurve in der freien Atmosphäre bis zum Meeresniveau hinunter. Wenn im Luftraum eine gleichmässige Temperaturabnahme herrscht, wie wir sie zum Beispiel in den Monatsmitteln in einigen Kilometern Höhe finden, bietet die Extrapolation keine Schwierigkeiten. Im Einzelfall und besonders in der bodennahen Luftschicht bis in einige hundert Meter Höhe treten jedoch sehr häufig unregelmässige Temperaturgradienten auf. In den Gebirgstälern zeigen sich zum Beispiel am Morgen, besonders bei schneebedecktem Boden, kräftige Inversionen, in denen mit zunehmen-

der Meereshöhe die Temperatur um mehrere Grade steigt, statt der normalen Abnahme von ½—1° C/100 m. Umgekehrt finden wir an heissen Sommernachmittagen eine starke Überhitzung der untersten Schicht. Sollen in diesen Fällen bei einer Extrapolation die lokalen Besonderheiten berücksichtigt werden oder gilt es, sie auszuschalten, indem wir die bodennahe Luftschicht, welche wir mit SCHNEIDER-CARIUS [1] Grundschicht nennen wollen, bei der Bestimmung ausschalten und nur die darüberliegende freie Atmosphäre berücksichtigen? Wenn wir uns für die Ausschaltung der Grundschicht entscheiden, stellt sich die neue Frage, wie der Beobachter zur Bestimmung des reduzierten Luftdruckes ohne komplizierte Hilfsmittel über die Temperaturverhältnisse in der freien Atmosphäre informiert werden kann. Bevor wir auf diese Schwierigkeiten näher eingehen, sollen in einem kurzen Überblick die Methoden besprochen werden, welche in der Zeit der alleinigen Herrschaft der Bodenwetterkarten, also vor der aerologischen Epoche, eingeführt wurden und die auch heute noch grösstenteils im praktischen Dienst verwendet werden.

1.3 Die geschichtliche Entwicklung der Reduktionsmethoden

Die Berechnung der Luftdruckdifferenzen für verschiedene Höhen bot in bezug auf die physikalischen Grundlagen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts keine Schwierigkeiten. Sie erfolgte wie heute an Hand des statischen Grundgesetzes

$$dp = -g\rho dz, \tag{2}$$

welches in der Integralform (1) die Druckdifferenzen Δp aus den Höhendifferenzen ΔZ ergibt. Zur Bestimmung der Dichte war eine Annahme über die mittlere Temperatur der Zwischenschicht, das heisst bei der Druckreduktion auf das Meeresniveau unterhalb der Stationshöhe Z_p, notwendig. Der im klimatologischen Durchschnitt der unteren Atmosphärenschichten als mittlerer Wert erhaltene Temperaturgradient a von +0,5° Celsius pro 100 m Höhenabnahme schien auch für die fiktive Luftschicht unterhalb des Stationsniveaus geeignet, so dass viele Staaten für die Reduktion diesen Gradienten verwendeten, als im Laufe der 1870er Jahre im vergangenen Jahrhundert die ersten Wetterkarten entworfen wurden [2]. Es bestanden jedoch keine bindenden Vorschriften, und so wurde zum Beispiel in der Schweiz die Reduktion etwas anders durchgeführt als meist üblich. Der Temperaturgradient von 0,5° C/100 m wurde zwar ebenfalls verwendet; statt jedoch von der aktuellen Temperatur im Stationsniveau auszugehen, wurde der klimatologische Mittelwert für die betreffende Jahres- und Tageszeit als Grundlage benutzt. Andere Länder, zum Beispiel Italien, hielten dagegen an der aktuellen Temperatur fest, variierten jedoch den Temperaturgradienten in den verschiedenen Jahreszeiten entsprechend den im Lande festgestellten klimatologischen Mittelwerten. So bildeten sich an den Landesgrenzen Unstimmigkeiten in den reduzierten Luftdruckwerten, welche bei der zunehmenden Verdichtung des Meldenetzes mit der Entwicklung des Flugverkehrs störend in Erscheinung traten.

Eine spezielle Entwicklung fand in Amerika statt, wo BIGELOW 1885 in einem grossen Werk von über 1000 Seiten [3] einen eigenen Weg beschritt. BIGELOW empfiehlt statt der aktuellen Temperatur T von einem mittleren Wert T_m auszugehen,

welcher die im innern Teil der Kontinente sehr starke Tagesschwankung der Temperatur annähernd eliminiert. Dies kann genähert erreicht werden, wenn statt T die Temperatur $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ verwendet wird, wobei mit T_{12} die Temperatur 12 Stunden vor dem Beobachtungstermin bezeichnet wird. Um auch den Jahresgang der Temperatur zu dämpfen und die Werte des Jahresganges im Landesinnern auf diejenigen der Küstengebiete abzuschwächen, wird ferner eine additive Konstante A_2 zu dem aus (1) erhaltenen Wert für Δp eingeführt, wobei

$$A_2 = C \cdot (\Delta T^*) \cdot Z_s. \tag{3}$$

T^* stellt die Temperaturdifferenz dar zwischen dem aktuellen Wert im Mittel der aktiven Luftschicht Station (Höhe: Z_s)-Meeresniveau (Z_0) und dem Jahresmittel der Temperatur in dieser fiktiven Luftschicht. Bei hoher Temperatur erfolgt durch A_2 eine Erhöhung des berechneten Luftdrucks, bei tiefer Temperatur wird A_2 negativ, und der Wert von Δp wird verkleinert. Der Wert der Konstanten $C = 0{,}00021$ wurde mit Hilfe von Vergleichen des Luftdruckjahresganges im Innern Nordamerikas und an der Küste bestimmt.

Der Temperaturgradient a in der fiktiven Luftschicht unterhalb des Stationsniveaus wurde von BIGELOW ebenfalls nicht als konstant angenommen. Statt des Wertes $a = 0{,}5°\ C/100\ m$ setzte er einen je nach Stationslage variablen Wert ein, um lokale Besonderheiten der Temperaturverteilung, zum Beispiel Kältemulden und Erhitzte Stellen möglichst gut zu eliminieren und eine ausgeglichene QFF-Druckverteilung zu erlangen. Das Ziel war, in der Druckverteilung im Meeresniveau die an der Erdoberfläche auf den hochliegenden Gebieten beobachtete Verteilung möglichst genau wiederzugeben. Da die Druckverteilung im Niveau der Erdoberfläche in engem Zusammenhang steht mit den Windverhältnissen in der freien Atmosphäre (Gradientwind), sollte auch der reduzierte QFF-Wert im Meeresniveau diesen Zusammenhang widerspiegeln.

In Skandinavien drängte sich ebenfalls eine vom internationalen Schema abweichende Reduktionsmethode auf, nur waren dort die Schwierigkeiten weniger in der grossen Höhenlage der Stationen begründet wie in Amerika, sondern in starken Inversionen in den Tälern. ELIASSEN, welcher 1944 in [4] die Möglichkeiten der Luftdruckreduktion in Norwegen untersuchte, schlägt für Inlandstationen zur Elimination der Inversionsfehler einen Zuschlag τ zur Temperatur T vor, wenn T unter 10° fällt. Der Wert von τ nimmt mit abnehmender Temperatur rasch zu und erreicht bei $T = -40°$ Werte von über 25° C.

Nach dem 2. Weltkrieg wurde an der Konferenz in Paris im März 1951 beschlossen, eine Umfrage unter den Mitgliedern der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) zu veranstalten, welche Methoden verwendet werden, mit dem Ziel eine Vereinheitlichung zu erreichen. Der Amerikaner L. P. HARRISON sammelte und sichtete die Antworten und legte seine Folgerungen 1954 in der Technical Note Nr. 7, Reduction of atmospheric pressure [5] nieder. In einer Arbeitsgruppe wurden die Probleme weiter behandelt und im Juni 1957 in einem Bericht von L. P. HARRISON: Report on the problem of reduction of pressure [6] in erweiterter Form zur Diskussion gestellt. Seither wurden durch eine andere, 1958 gegründete Arbeitsgruppe die verschie-

denen Vorschläge untersucht mit dem Ziel der praktischen Erprobung dieser Methoden auf ihre Brauchbarkeit. Die nachfolgenden Kapitel sollen einen Überblick über die bis jetzt (Februar 1962) erzielten Ergebnisse geben [9]. Die Untersuchungen erstreckten sich dabei auf 4 verschiedene Gebiete. In Europa wurden vom Verfasser die Auswirkungen der einzelnen Reduktionsarten im Alpengebiet untersucht [10]. A. ROUAUD führte ähnliche Vergleiche im tropischen Afrika (Kongogebiet) durch, und K. N. RAO [11], [12] untersuchte speziell die Auswirkungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft auf das Ergebnis der Reduktion an Hand der indischen Daten. In den Vereinigten Staaten von Amerika wurden die Reduktionsmethoden von W. BURNETT in Zusammenarbeit mit L. P. HARRISON im Gebiet der Rocky Mountains geprüft. Unabhängig von der Arbeitsgruppe wurde im südlichen Afrika durch J. D. TORRANCE daran gearbeitet, möglichst genaue Höhenangaben von Druckflächen oberhalb des Stationsniveaus zu erhalten. Wir werden in 3.2 näher auf die sich dabei stellenden Fragen eingehen, uns zunächst jedoch im 2. Kapitel mit den Problemen befassen, die sich bei der Reduktion nach unten, auf tieferliegende Flächen, stellen.

2. Die zur Zeit verwendeten Methoden der Luftdruckreduktion auf das Meeresniveau

2.1 Die Grundelemente der Reduktion

Wir gehen aus von der statischen Grundgleichung (2), in welcher die Dichte ρ mit Hilfe der Gasgleichung

$$p.\,v. = R \cdot T \tag{4}$$

ersetzt werden kann durch den Druck p, die Gaskonstante R und die Temperatur T. Um nicht mit einer vom Wasserdampfgehalt der Luft abhängigen Gaskonstanten R der Luft rechnen zu müssen, verwendet man in der meteorologischen Praxis statt der Temperatur T der feuchten Luft eine sogenannte virtuelle Temperatur T_v. Diese ist gleich der Temperatur derjenigen trockenen Luft, welche unter gleichem Druck dieselbe Dichte besitzt:

$$T_v = T\left(1-0{,}378\frac{e}{p}\right)^{-1}. \tag{5}$$

e = Dampfdruck, p = Druck der trockenen Luft. Dann können wir mit der Gaskonstanten $R_L = 287$ ($m^2\,sec^{-2}\,grad^{-1}$) der trockenen Luft rechnen.

Zur weiteren Vereinfachung wird an Stelle des geometrischen Meters Z der sogenannte geopotentielle Meter H, abgekürzt: gpm verwendet, welcher die Beschleunigung g enthält:

$$H_p = \frac{1}{9{,}8}\int_0^{Z_p} g\,dZ, \qquad dH = \frac{1}{9{,}8}\,g\,dZ \tag{6}$$

und somit ein Geopotential, keine Längeneinheit darstellt (Einheit: $\frac{m^2}{sec.^2}$). Der Faktor $\frac{1}{9{,}8}$ ist jedoch so gewählt, dass diese Geopotentialeinheit mit dem Längenmass

Meter in unserer Lufthülle so genau übereinstimmt, dass die beiden Einheiten, der geometrische und der geopotentielle Meter (gpm) für praktische Bedürfnisse gleiche Zahlenwerte ergeben.

Mit diesen beiden neu eingeführten Grössen T_v und H und der Gasgleichung wird (2):

$$\frac{dp}{p} = -\frac{9{,}8}{R}\frac{dH}{T_{mv}} \tag{7}$$

und integriert über das gesamte Höhenintervall zwischen dem Meeresniveau mit dem Luftdruck p_0 und der Stationshöhe mit dem Luftdruck p_s:

$$\frac{p_0}{p_s} = \int_{p_s}^{p_0}\frac{dp}{p} = -\frac{9{,}8}{R}\frac{H_p}{T_{mv}} = 0{,}03414\frac{H_p}{T_{mv}} \tag{8}$$

oder in dekadischen Logarithmen:

$$\log\frac{p_0}{p_s} = 0{,}0148275\cdot\frac{H_p}{T_{mv}}. \tag{9}$$

Die in den Formeln (7)—(9) auftretende virtuelle Temperatur T_{mv} ist der Mittelwert der Schicht zwischen Station und Meeresniveau. Zur Stationstemperatur T_s treten zwei Zusätze, welche T_{mv} bestimmen:

1. Der Zuschlag $\frac{a H_p}{2}$ infolge des in der Schicht herrschenden vertikalen Temperaturgradienten a.
2. Der Virtuellzuschlag $T_{mv}-T_m$ nach (5) infolge des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft.

Wenn über die vertikale Feuchtigkeitsabnahme in der Luft bestimmte Annahmen gemacht werden, kann der Virtuellzuschlag $T_{mv}-T_m$ aus dem an der Station gemessenen Dampfdruck e berechnet werden. HANN hat für die Dampfdruckabnahme in Funktion der Höhe Z folgende Formel gefunden

$$\frac{e}{e_0} = 10^{-Z/6300}, \tag{10}$$

wobei e = Dampfdruck in der Höhe Z,
e_0 = Dampfdruck in Meereshöhe.

Unter dieser Voraussetzung kann $T_{mv}-T_m$ in der Form eines Produktes $C_h\cdot e_s$ eingesetzt werden, wobei der Faktor C_h auf Grund von (10) für verschiedene Höhen H_p berechnet werden kann. Für $H_p = 0$ ergibt sich $C_h = 0{,}1074\,\frac{°C}{mb}$, für $H_p = 1000$ gpm $C_h = 0{,}1325\,\frac{°C}{mb}$ bei mittleren atmosphärischen Temperaturverhältnissen.

Mit diesen Annahmen erhält (9) die folgende Form, welche als Ausgangsbasis für unsere Beurteilung dienen soll:

$$\log\frac{p_0}{p_s} = \frac{K\cdot H_p}{\left(T_s+\frac{a H_p}{2}+e_s C_h\right)}. \tag{11}$$

In dieser Form finden wir die Grundgleichung in der Technical Note Nr. 7, wobei darin $K = 0{,}0148275 \frac{°K}{gpm}$ zu setzen ist. Da H_p die Stationshöhe (in gpm), die Konstante C_h (in $\frac{°C}{mb}$) und der an der Station herrschende Luftdruck p_s (in mb) gegebene Grössen darstellen, hängt der reduzierte Druck p_0 (in mb) im Meeresniveau (QFF) von den drei Variablen T_s, a und e_s ab.

Wir gehen nachfolgend einzeln auf die Bedeutung dieser Bestimmungsgrössen ein.

2.1.1 Stationstemperatur T_s

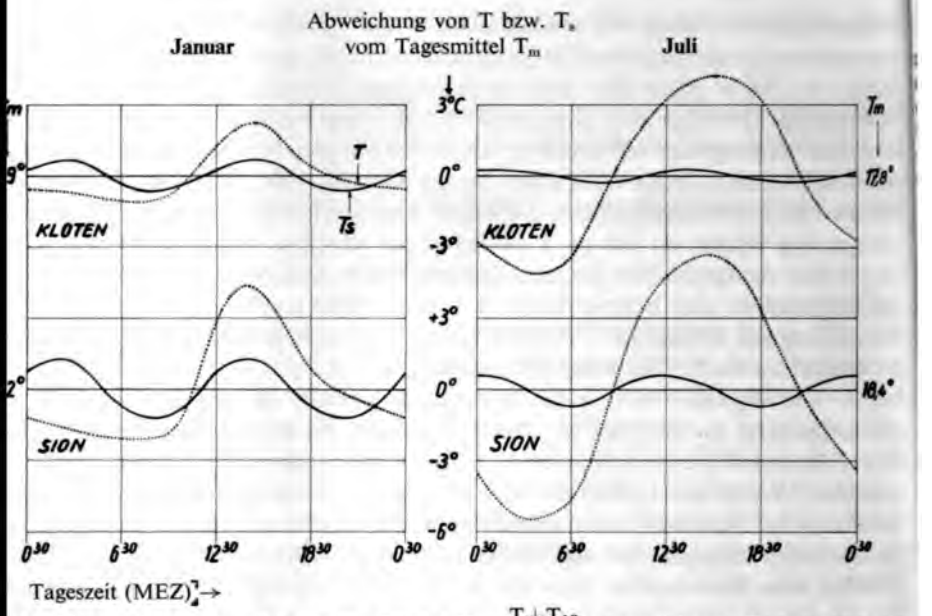
Eine Änderung von T_s von 1° wirkt sich bei einer Stationshöhe $H_p = 200$ m im reduzierten Druck (QFF) mit 0,1 mb aus, bei 1000 m mit 0,5 mb. Der Einfluss von T_s ist somit beträchtlich; in den meisten Gebieten ist er wesentlich grösser als derjenige von a und e_s. Denken wir uns ein welliges Hochplateau in ungefähr 600 m Höhe. Es herrsche eine ausgeglichene Druckverteilung in dieser Höhe, so dass zwischen den einzelnen Gebieten des Plateaus in gleicher Höhe H_p keine Druckunterschiede auftreten. Von zwei benachbarten Stationen liege die eine auf einer Hügelkuppe, die andere in einer abgeschlossenen Talmulde, in welche nachts die durch die Ausstrahlung in den Weltraum abgekühlte bodennahe Luft absinkt. Im Tal wird eine Bodeninversion auftreten, wobei besonders bei schneebedecktem Boden die Luft oft 5—8° kälter sein kann als auf dem Hügel. In Extremfällen wird der Unterschied noch bedeutender sein, wie wir zum Beispiel in der Schweiz am benachbarten Stationspaar St. Moritz (1833 m, Hanglage) und Bever (1712 m, flacher Talboden) feststellen können. Am 25. Dezember 1960 um 7^h30 wurden in St. Moritz −15,4° gemessen, im tiefer liegenden Bever, welches bei normaler Temperaturverteilung eine höhere Temperatur aufweisen sollte, dagegen −25,0°, also eine Differenz von beinahe 10°. Im Januar liegt selbst im Monatsmittel die Temperatur um 7^h30 in Bever um 3,8° tiefer als in St. Moritz. Bei Schlechtwetterlagen mit kräftiger Luftströmung ist Bever dagegen wärmer, weil dann durch den Wind eine Durchmischung der Luftschichten und damit eine Zerstörung der Inversion erreicht wird. Wenn wir bei ruhiger Wetterlage eine Inversion von 5—10° annehmen, bewirkt die Verschiedenheit von T_s um diesen Betrag bei den beiden Stationen einen Druckunterschied von 1,5—3 mb in den reduzierten Luftdruck-Werten (QFF). Der so erhaltene Unterschied ist rein fiktiv; bei der Talstation wird ein Hochdruckgebiet vorgetäuscht, welches nur dem durch die lokale Inversion beeinflussten tiefen Wert von T_s zuzuschreiben ist. Die umgekehrten Verhältnisse treten ein bei der nachmittäglichen Überhitzung der bodennahen Luftschichten. T_s hat dann einen hohen Wert, welcher nach (11) einem tiefen, reduzierten Druck p_0 entspricht. Da überhitzte Luft sich rasch vom Boden abhebt und als Ersatz aus der Umgebung andere Luftmassen heranströmen, sind in diesem Falle die Unterschiede zwischen benachbarten Stationen weniger beträchtlich als im Falle der Inversionen, können aber doch einige Grade erreichen. So wurden zum Beispiel in Luzern in 498 m Meereshöhe bei sonnigem, windschwachem Wetter am 3. Juli 1961 um 13^h30 29,4° gemessen, auf der etwas tiefer liegenden Station Weggis in 440 m Höhe dagegen nur 26,4°.

Wenn als T_s-Wert die aktuelle Temperatur verwendet wird, wirkt sich die tägliche

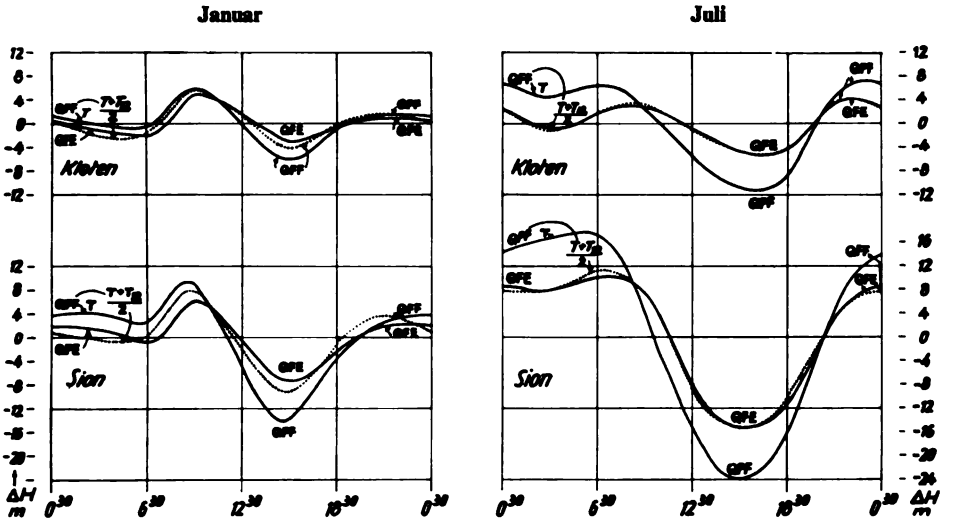
Temperaturschwankung sehr störend aus auf den reduzierten Druck p_0. In der freien Atmosphäre ist die tägliche Temperaturschwankung gering, beträgt sie doch zum Beispiel in 1500 m Höhe über Payerne nur wenige Zehntelgrade. Die tägliche Druckschwankung überträgt sich daher von den höheren Schichten oberhalb 1500 m in der freien Atmosphäre unverändert, das heisst im gleichen prozentualen Verhältnis zum herrschenden Druck nach unten bis ins Meeresniveau, und erst in den untersten bodennahen Luftschichten wird sie leicht verändert. Die durchschnittliche Tagesschwankung beträgt im Juli ca. 2 mb (Max. am Morgen, Min. am Abend). Betrachten wir nun demgegenüber die Verhältnisse, welche sich bei der Druckreduktion für eine Bergstation, zum Beispiel Bever in 1712 m Höhe ergeben. Dort wird zur Tagesschwankung des Drucks im 1700-m-Niveau eine zusätzliche Druckschwankung durch die Reduktion nach Gleichung (11) erzeugt, weil T_s sich im Laufe des Tages stark ändert. Die tägliche Temperaturschwankung erreicht im Sommer 20°, was einer Schwankung im p_0-Wert von ca. 17 mb entspricht, ein Betrag, welcher ein Vielfaches der auf Stationshöhe beobachteten Druckschwankung darstellt und diese vollständig überdeckt. Wenn wir bedenken, dass aus den erwähnten Gründen in Europa die Reduktion auf Stationen unterhalb 600 m beschränkt wird, in den Vereinigten Staaten von Amerika dagegen bis auf Höhen von 1900 m hinauf (Station Ely 1909 m!) p_0-Werte berechnet werden, begreifen wir die Anstrengungen BIGELOWS, eine Dämpfung des T_s-Tagesganges zu erreichen. Durch die Verwendung des Wertes $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ kann tatsächlich eine wenn auch nicht vollständige, so doch weitgehende Elimination des Temperaturtagesganges erreicht werden. In den heissen Klimaten, in welchen der Tagesgang beträchtlich ist, sind Tag- und Nachtlänge nicht stark voneinander verschieden, so dass die tägliche Temperaturkurve annähernd sinusförmig wird. Bei rein sinusförmigem Gang wird durch die Verwendung von $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ eine völlige Elimination des Temperatur-Tagesganges erzielt. In den Alpen ist diese nicht vollkommen, doch wird die Schwankung im Sommer, zum Beispiel in Sion (549 m) von 11° auf 1½° und im Winter von 6½° auf 2½° (Abb. 1a) verkleinert. Die zusätzliche Tagesschwankung im p_0-Wert, welche durch die Variation von T_s erzeugt wird, hält sich dann in bescheidenem Rahmen, wie aus Abb. 1b zu entnehmen ist. Die der Berg-Talwind-Zirkulation in Talhöhe entsprechenden Luftdruckgradienten, welche sich aus dem Tagesgang im Gebirge ergeben (Abb. 1c und 1d), werden in der reduzierten Karte bei Verwendung von $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ annähernd unverzerrt wiedergegeben.

2.1.2 Vertikaler Temperaturgradient a

Im Einzelfall treten in der Atmosphäre sehr unterschiedliche vertikale Temperaturgradienten auf, werden doch Werte von einer vertikalen Temperaturabnahme von über 1°/100 m und anderseits in den winterlichen Antizyklonen zeitweise eine Temperaturzunahme (Inversion) von 10—15° auf wenige hundert Meter Höhenerstreckung beobachtet, im Polargebiet sogar noch wesentlich grössere Beträge. In den arktischen Gebieten sind die Inversionen so häufig, dass sie sogar in den Monatsmitteln hervorstechen (Abb. 2), während sie in den gemässigten und niederen Breiten in den Mittel-



1a. Unausgeglichener und nach der Formel $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ ausgeglichener Tagesgang der peratur im nördlichen Alpenvorland (Kloten) und in einem Alpental (Sion). Unausgeglichen = tierte Kurve; ausgeglichen = ausgezogene Kurve. Im Sommer (rechts) ist die Dämpfung des sganges bei Verwendung von T_s etwas besser als im Winter (links), weil in der warmen Jahres-



Die Skala auf der Ordinate gibt die Höhenänderung ΔH der Druckflächen in Metern an. Abszisse = Tageszeit (MEZ)

Abb. 1 b. Vergleich der Tagesgänge des Luftdrucks (unreduziert = QFE, auf Meer reduziert = QFF) bei Verwendung von T und $\frac{T+T_{12}}{2}$ in der Reduktionsformel für die Berechnung des QFF-Wertes. Die mit $\frac{T+T_{12}}{2}$ berechneten QFF-Werte ergeben einen gegenüber den QFE-Werten nur wenig vergrösserten Tagesgang des Luftdrucks, die mit T berechneten Werte dagegen eine wesentliche Erhöhung der Amplitude.

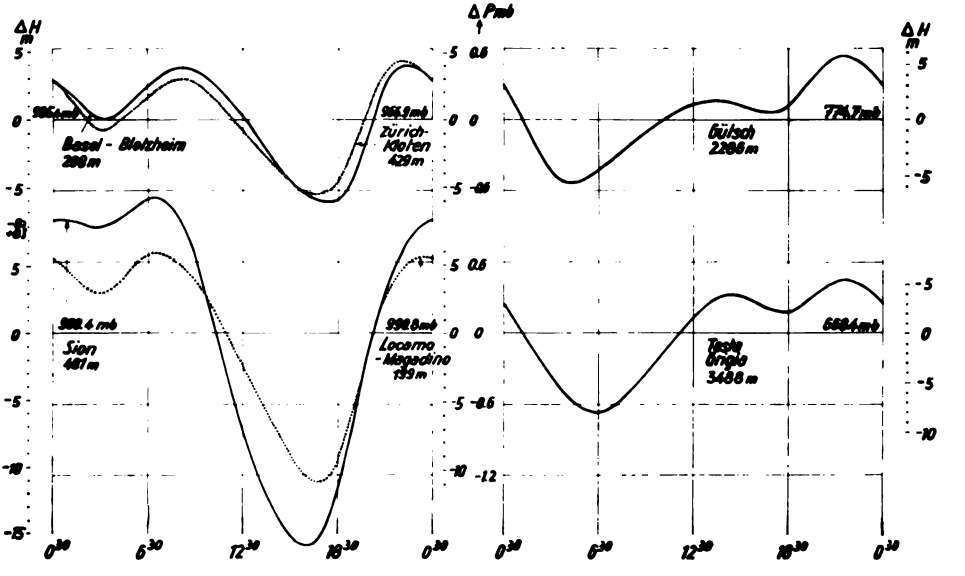


Abb. 1d. Tagesgang des Luftdrucks im Alpengebiet: Juli.

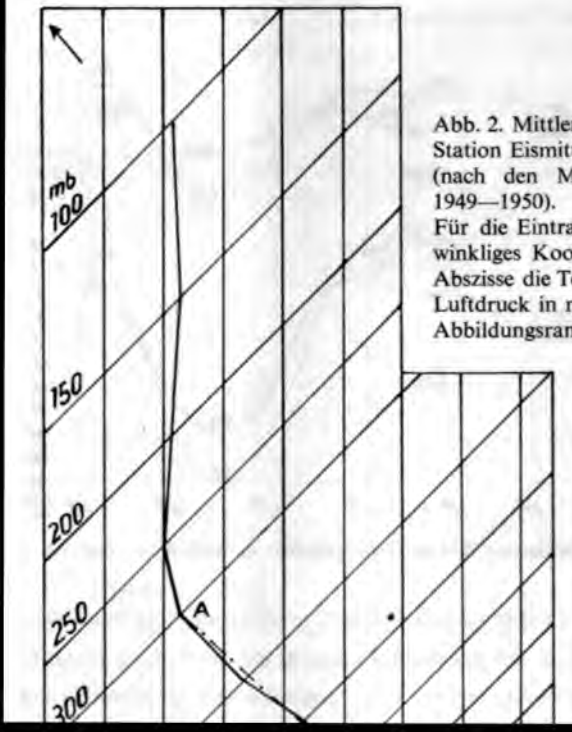


Abb. 2. Mittlere vertikale Temperaturverteilung ü
Station Eismitte in Grönland (ca. 3000 m) im De
(nach den Messungen der französischen Exp
1949—1950).
Für die Eintragung der Temperaturkurve ist ein
winkliges Koordinatennetz verwendet, welches a
Abszisse die Temperatur in °C gibt, in Pfeilrichtu
Luftdruck in mb (logarithmische Skala, Werte am
Abbildungsrand).

Das Teilstück A–B der Temp
kurve gibt die Verhältnisse in d
posphäre wieder. T–B zeigt die
Inversion (Temperaturzunahme
Höhe) in der bodennahen, sogen
Grundschicht. Die Grundschich
che durch die Ausstrahlung ents
an die Erdoberfläche gebunde
würde sich daher bei einer Abs
des Geländes bis zum Meere
nach T′ B′ verlagern. Unterha
Stationsniveaus sollte daher sinn
die Temperaturkurve C–C′ sta
als Grundlage für die Redukti

einen Wert der Temperaturabnahme von ca. 0,6°/100 m. Die grössten Abweichungen von diesem Mittel kennen wir von der grossen winterlichen Antizyklone über Asien, wo nur 0,35°/100 m erreicht werden. Nehmen wir für die Berechnungen einen einheitlichen Gradienten von 0,65°/100 m an, wie ihn die international vereinbarte Normalatmosphäre der OACI aufweist, erhalten wir somit maximale Unterschiede von ca. 0,3°/100 m oder 3°/1000 m Höhendifferenz. Da in der Formel der Wert $\frac{a H_p}{2}$ auftritt, belaufen sich die Fehler, welche bei der Verwendung von 0,65°/100 m in einem Gebiet von 0,35°/100 m auftreten, bei 1000 m Stationshöhe nur auf 1,5°. Im Verhältnis zu den Einflüssen, welche bei der Festlegung des T_s-Wertes auftreten, sind somit die sich bei der Wahl von a ergebenden Unsicherheiten in der Bestimmung des p_0-Wertes verhältnismässig klein. Es hat daher auch keinen Sinn, einen jahreszeitlich veränderlichen Wert von a zu verwenden.

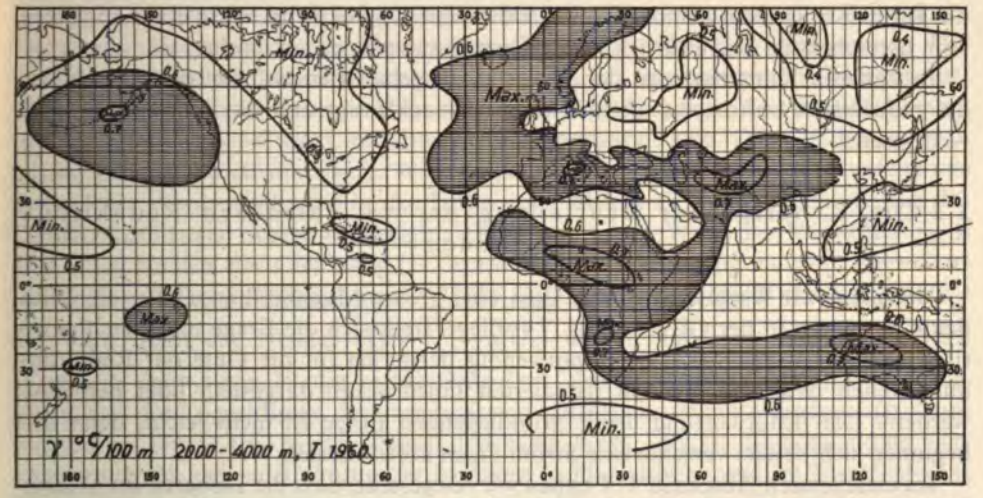


Abb. 3. Vertikale Temperaturabnahme in der freien Atmosphäre zwischen 2000 und 4000 m Höhe im Beispiel des Monats Januar 1960. In den schraffierten Gebieten herrscht ein verhältnismässig grosser vertikaler Temperaturgradient von mehr als 0,6° C/100 m; in Sibirien finden sich dagegen Werte unter 0,4° C/100 m.

2.1.3 Feuchtigkeitsgehalt (Dampfdruck e_s)

Wie aus (5) und (11) ersichtlich ist, hängt der durch das Glied $e_s C_h$ gegebene Feuchtigkeitszuschlag für die Reduktion vom Wasserdampfgehalt e_s der Luft und vom Luftdruck p ab. p wirkt sich in einer Höhenabhängigkeit des Faktors C_h aus. e_s erreicht in heissen Klimaten die höchsten Werte, doch wird selbst im feuchten Indien $e_s = 30$ mb nur stellenweise in wenigen Monaten erreicht, und in der Schweiz liegen die Sommerwerte in den Niederungen um 15 mb. Durch die Multiplikation mit dem kleinen Faktor C_h reduzieren sich diese Beträge auf etwa 2—3° Temperaturzuschlag. Dabei ist festzustellen, dass der Dampfdruck e keine so grossen lokalen Unterschiede aufweist wie die Temperatur, weil er sich bei einer Erwärmung und Abkühlung nicht unmittelbar ändert, sondern erst bei verstärkter Wasserverdunstung

vom Erdboden oder von Wasserflächen her, beziehungsweise bei Kondensation der Luftfeuchtigkeit an den festen oder flüssigen Oberflächen. Es ist daher bei der Feuchtigkeit nicht notwendig, einen tageszeitlichen Ausgleich in der Form eines Mittelwertes aus verschiedenen Terminen einzuführen; es genügt, den aktuellen Wert einzusetzen. Dagegen stellt sich die Frage, welcher Dampfdruckgradient für die Reduktion gewählt werden soll. — Die von HANN ermittelte Formel (10) gilt, wie RAO in [11] zeigte, nicht für alle Gebiete, so dass sich die Frage stellt, ob ein im gesamten Bereich konstanter e_s-Wert, das heisst der Gradient 0 nicht vorzuziehen sei, ja dass sogar eventuell ein einheitlicher e_s-Wert für ganze Monate oder sogar während des ganzen Jahres eine genügende Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse darstellt, wenigstens für die tieferliegenden Stationen. RAO kommt in [11] zum Schluss, dass die für die praktische Anwendung günstige einfache Lösung eines konstanten e_s-Wertes für indische Verhältnisse für die meisten Stationen genügend genau ist und nur für grosse Höhen, zum Beispiel >500 m eine Korrektur in Form eines additiven, vom herrschenden Dampfdruck abhängigen Zusatzgliedes vorzusehen sei.

In kälteren Klimaten wird der Feuchtigkeitsgehalt der Luft bei der Berechnung des reduzierten Luftdrucks oft überhaupt vernachlässigt und das Glied $e_s C_h$ somit ~ 0 gesetzt.

2.2 Die Kriterien zur Beurteilung der verschiedenen Reduktionsmethoden

Nachdem wir festgestellt haben, dass eine grosse Mannigfaltigkeit für die Wahl der Konstanten in der Gleichung (11) vorliegt, stellt sich die Frage nach der theoretisch besten Lösung. Dazu ist es notwendig, Kriterien für die Güte der Reduktion aufzustellen. Was soll mit den reduzierten Luftdrucken dargestellt oder berechnet werden? Die Beantwortung dieser grundlegenden Frage ist nicht leicht, denn hier beginnen sich bereits verschiedene Strömungen abzuzeichnen.

Im einleitenden Abschnitt 1.1 haben wir festgestellt, dass die Isobaren im Meeresniveau zur Bestimmung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den untersten Luftschichten verwendet werden. Daneben dienen sie zur Festlegung der einzelnen Aktionszentren im Wettergeschehen, den Hoch- und Tiefdruckgebieten sowie den Grenzflächen zwischen den verschiedenen Luftmassen, den sogenannten Fronten. Wenn diese Zentren von Karte zu Karte verfolgt werden, das heisst in einem zeitlichen Abstand von 3 oder 6 Stunden, lassen sich gute Anhaltspunkte für die künftige Wetterentwicklung finden.

Der erstgenannte Zweck, die Bestimmung des Windes, ist speziell wichtig für die Schiffahrt und für die Fischerei, der zweite, die Verfolgung der Aktionszentren, gibt dem Prognostiker eine wichtige Grundlage für seine Vorhersagen. Für die Ozeane und für die flachen, tiefliegenden Gebiete, in welchen die Reduktionsbeträge für alle Stationen klein sind, erfüllt die Wetterkarte im Meeresniveau beide an sie gestellten Anforderungen. Die Verhältnisse ändern sich aber bei zunehmender Meereshöhe. In hochliegenden, flachen Gebieten ist zwar der Zusammenhang zwischen Luftdruckgradienten und Wind nicht weniger eng als im Tiefland, aber er bezieht sich auf das Geländeniveau und nicht auf die Druckverteilung in Meereshöhe. Beim Fehlen von

ärkeren Temperaturunterschieden zwischen benachbarten Gebieten stimmen die ruckverteilungen in verschiedenen Höhen weitgehend überein; im Falle von scharfen ronten treten dagegen bedeutende Unterschiede auf, so dass besonders bei «jungen», ı Entwicklungsstadium befindlichen Druckgebilden die Achsen der Hoch- und iefdruckzentren stark geneigt sind. In diesen Fällen lassen sich in der reduzierten ruckkarte im Meeresniveau die beiden Forderungen: Darstellung des bodennahen /indfeldes und der Bahnkurven der Aktionszentren nicht mehr gleichzeitig erfüllen.

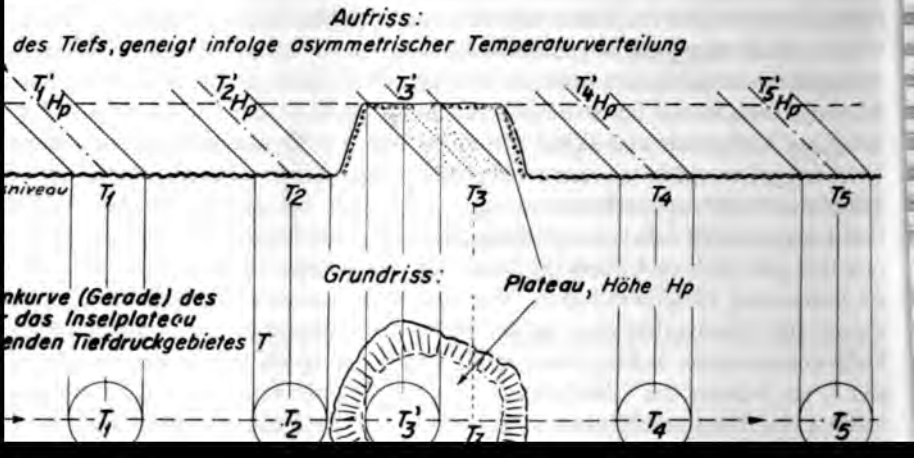
Die Unvereinbarkeit der beiden Forderungen können wir uns an einem einfachen eispiel überlegen. Nehmen wir an, eine Insel mit einem flachen, hochgelegenen lateau befinde sich im Meer. Die Insel sei verhältnismässig klein, so dass sie keine esentliche Störung der allgemeinen Zirkulation verursacht und die Tief- und Hochruckgebiete ungehindert über sie hinwegziehen. Dies ist der Fall bei kleiner Ausehnung, welche ein Umströmen erleichtert, so dass die Luv- und Lee-Effekte in ezug auf Luftdruck und Wind gering bleiben. Ein Druckzentrum, zum Beispiel ein iefdruckgebiet, ziehe in der betrachteten Zeitperiode über die Insel hinweg. Die chse des Tiefdruckwirbels besitze — wie dies bei asymmetrischer Temperaturerteilung der Fall sein muss — eine Neigung in Richtung der kältesten Luftmassen, um Beispiel nach rückwärts im Sinne der Bewegungsrichtung. Das Tief bewege sich it konstanter Geschwindigkeit. Wir suchen nun nach einer Reduktion, welche uns owohl die Windverhältnisse in der Höhe des Plateaus als auch die Bahnkurve des iefdruckzentrums richtig wiedergibt. Durch geeignete Wahl der Variablen T_s, a nd e_s im Nenner der Gleichung (11) kann die erste Forderung nach richtiger Dartellung der Windverhältnisse in der Höhe H_p des Plateaus erfüllt werden. Dies ist er Fall, wenn der Nenner $(T_s+\frac{a H_p}{2}+e_s C_h)$ überall auf dem Plateau denselben Vert hat, denn dann ist die rechte Seite der Gleichung eine Konstante, und das erhältnis der Logarithmen des unreduzierten Luftdrucks im Stationsniveau (p_s) zum educierten Druck (p_0) besitzt überall denselben Wert. Dies ist die notwendige Voraussetzung für gleiche Richtung der Isobaren in Plateauhöhe und im Meeresniveau. Jur auf diese Weise erhalten wir eine richtige Wiedergabe der Windrichtung sowie ine einfache, den Gradientwindgesetzen entsprechende Berechnung der Windgechwindigkeit. Durch die Annahme des gleichen Wertes von $(T_s+\frac{a H_p}{2}+e_s C_h)$ überagen wir gewissermassen die Druckverteilung in der Höhe H_p durch eine Vertikalrojektion auf das Meeresniveau.

Was bedeutet diese als notwendig erkannte Annahme einer Vertikalprojektion auf ie Bahn des Tiefdruckzentrums in der Wetterkarte? Wir verfolgen die Verhältnisse n Hand der Abb. 4.

Durch die senkrechte Projektion erscheint das Tief im Zeitpunkt 3 gegenüber den brigen Stellungen zurückversetzt; es ergibt sich bei vermindertem Abstand T_2—T_3 nd vergrössertem nachfolgenden Intervall T_3—T_4 eine scheinbare Verzögerung resp. leschleunigung, welche durch die Reduktion vorgetäuscht wird. Um auch in den educierten Druckwerten eine konstante Geschwindigkeit zu erhalten, muss die Reuktion mit ungleichen Mitteltemperaturen auf der Vorderseite und der Rückseite es Tiefs durchgeführt werden, damit eine schiefe Projektion in Richtung der Tief-

achse erreicht wird, das heisst es müsste der Reduktion die Temperaturverteiwischen dem Meeresniveau und der Höhe H_p zugrunde gelegt werden, welche freien Atmosphäre in der Umgebung des Tiefs in den Zeitpunkten 1—2 sowie errscht.

beiden Forderungen, das heisst richtige Darstellung der Windverhältnisse und hnkurve, lassen sich somit nicht mit der gleichen Reduktionsmethode erfüllen, bleibt keine andere Wahl, als der einen beziehungsweise der andern den Vorzug en oder, wie wir in 4.1 näher ausführen werden, überhaupt auf eine Reduktion zichten.



schen Meteorologischen Zentralanstalt die entsprechenden Kärtchen auf derselben Seite dargestellt.

Da bei einem bestimmten Wert von Luftdruck und Temperatur auf Grund der Gleichung (1) leicht eine Umrechnung von der einen auf die andere Darstellung möglich ist, stehen einer Vereinheitlichung prinzipiell keine Hindernisse im Weg. Bei mittleren Temperaturen entspricht im Meeresniveau einer Druckänderung von 1 mb eine Höhenänderung von 8 m. Werden in der Bodenwetterkarte die Isobaren im 5-mb-Abstand gezeichnet, so entspricht dies mit guter Annäherung den 40-m-Isohypsen der Höhenwetterkarte, so dass für die Beurteilung der Windgeschwindigkeiten kein anderer Massstab anzulegen ist. Würde auch in der Bodenwetterkarte eine Isohypsendarstellung eingeführt, zum Beispiel die Höhenlage der 1000-mb-Fläche, welche sich bei einem mittleren Luftdruck von 1015 mb ca. 120 m über Meer befindet, so würden in den Tiefdruckzentren auf dem Meer negative Höhen (in Extremfällen mit Werten unterhalb −600 m) auftreten, in den grossen Antizyklonen Asiens dagegen positive Werte von 500—600 m. Auf dem Festland wäre eine solche Höherlegung des Reduktionsniveaus erwünscht, während auf dem Meer die Schwierigkeiten im praktischen Dienst etwas vergrössert würden.

Der Zusammenhang zwischen Wind in Meeresnähe und dem Druckfeld ist bei der Isohypsendarstellung etwas weniger eng als bei einer konstanten Reduktionshöhe, und vor allem bedingen die Isohypsen der Standarddruckfläche eine kompliziertere Berechnung für den Beobachter, da er in diesem Falle Tafeln mit Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit als Variablen benutzen muss, während er sonst einen festen Betrag zum Stationsdruck addieren kann. Zudem müssen auch auf dem Meer, nicht nur auf dem Festland fiktive, unter der Erd- beziehungsweise Meeresoberfläche gelegene Luftschichten eingeführt werden, wenn das unterste Standardniveau einen Druck von mehr als 950 mb aufweist. Ferner würde die Umstellung auf Isohypsen eine Modifikation der Bezeichnungen bringen: Höhenangaben (Geopotential) statt Druckwerte, wie sie an den Stationsbarometern abgelesen werden, was für manche Benützer, zum Beispiel für die Fischer, wohl eine jahrelange Anpassung bedingen würde. Es ist daher trotz der Vorteile einer einheitlichen Darstellungsart kaum zweckmässig, bei der Bodenwetterkarte von der bisherigen Darstellung abzugehen, wenn es sich nicht um Karten begrenzter, vorwiegend das Festland betreffende Gebiete handelt. Dort allerdings, wo die erwähnten Vorteile für die Ozeane wegfallen und ein gebirgiges Gelände zusätzliche Reduktionsschwierigkeiten verursacht, muss nach besseren Lösungen gesucht werden. Wir wenden uns im 4. Kapitel diesen Festlandproblemen zu.

3.2 Die Höhenbestimmung von Standardflächen 850 und 700 mb aus hochgelegenen Stationen

Die Höhenlage der Standarddruckflächen 850 mb, 700 mb usw. wird normalerweise mit Hilfe der Radiosondenaufstiege bestimmt, doch können auch hochgelegene Bodenstationen zur Ermittlung beigezogen werden, vor allem dort, wo sich grössere Hochflächen über 600 m befinden.

Zwischen 600 und 2400 m wird dann die Höhe der 850-mb-Fläche, zwischen

nd 3700 m die 700-mb-Fläche statt des gemessenen Bodenluftdrucks gemeldet. obleme, die sich dabei stellen, sind ähnlicher Natur wie bei der Reduktion auf eer hinunter, doch sind immerhin prinzipielle Abweichungen vorhanden, welche lgend kurz skizziert werden sollen.

Reduktionsformeln mit analogem Aufbau wie in (11) enthalten die beiden raturglieder T_s und $a\frac{H_p}{2}$ sowie das Feuchtigkeitsglied $e_s C_h$. Der Faktor C_h mit der Höhe zu; statt mit Werten von 0,12 wie in den Niederungen ist ober-00 m mit solchen von ungefähr 0,20 zu rechnen, doch nimmt der Wasserdampf- der Luft mit der Höhe in wesentlich stärkerem Masse ab, so dass sein Einfluss leiner ist als bei der Bodenwetterkarte und daher im allgemeinen vernachlässigt kann. Massgebend ist die Wahl der Ausgangstemperatur T_s und des Tem-rgradienten $a\frac{H_p}{2}$. Wenn die Station höher liegt als das Reduktionsniveau, er-sich keine wesentlich anderen Gesichtspunkte als bei der Reduktion auf das sniveau. Erfolgt dagegen die Reduktion nach aufwärts, ändern sich die Ver-se. Dann handelt es sich nicht mehr um die Addition einer fiktiven Luft-, nicht um die Bestimmung eines berechneten, prinzipiell unkontrollierbaren , sondern um einen realen, in der Atmosphäre über dem Ort vorhandenen , beziehungsweise dessen Höhenlage. Das Problem besteht in diesem Falle die bodennahe «Grundschicht» der Atmosphäre möglichst genau auf Grund odenwerte anzunähern, das heisst die auftretenden vertikalen Temperatur-nten zu studieren und ein System aufzubauen, welches den tatsächlichen Ver-sen so gut als möglich entspricht, womöglich aber ohne Zuhilfenahme der e einer Auswertezentrale, welche im Besitz des aerologischen Materials ist, eine Komplikation in den Übermittlungen zur Folge hätte. Die Mannigfaltig-er auftretenden Grundschichttypen in den verschiedenen Jahreszeiten und zonen wird kaum eine allgemeingültige, einfach anzuwendende Annäherung

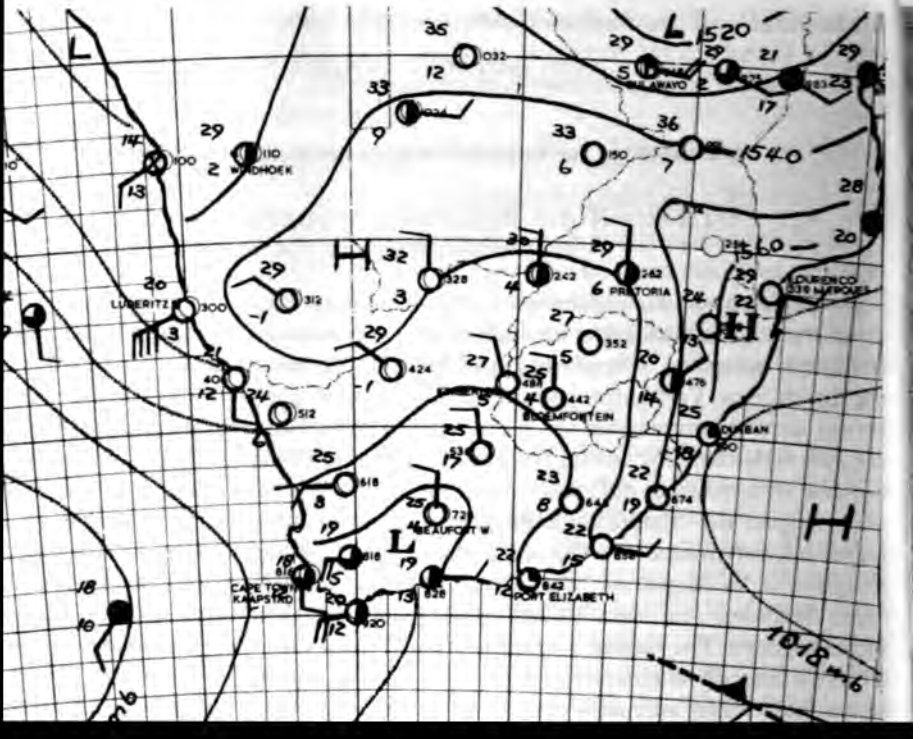
im Resultat mit wachsendem ΔH ebenfalls zunehmen, wird im allgemeinen $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ die besseren, wenn auch keine optimalen Resultate ergeben.

4. Vorschläge zur Vereinheitlichung der Reduktionsmethoden

4.1 Verzicht auf die Reduktion hochgelegener Stationen: zusammengesetzte Karten

In Gebieten mit ausgedehnten, verhältnismässig flachen Hochplateaus sollen die reduzierten Luftdruckwerte im täglichen synoptischen Dienst Aufschluss über den Gradientwind geben. Wie wir an Hand der Abb. 4 erläutert haben, ist diese Forderung nur durch eine Vertikalprojektion unter Verzicht auf eine Darstellung der Bahnkurven der Aktionszentren im Meeresniveau möglich. Um den Meteorologen nicht dazu zu verleiten, eine solche Bahnkurve über das Festland hinweg zu ziehen, haben einzelne Wetterdienste auf eine Reduktion bis ins Meer hinunter prinzipiell verzichtet, zum Beispiel die Südafrikanische Union in ihren täglichen Wetterkarten [13]. Die Luftdruckverhältnisse werden dort über dem Festland durch die Höhenlage der 850-mb-Fläche dargestellt, welche sich ungefähr in Bodenhöhe im Innern der Hochfläche befindet. Auf dem Ozean ist dagegen die Druckverteilung in Meereshöhe wiedergegeben. Die beiden Kurvenscharen stossen an den Rändern des Kontinentes diskontinuierlich aneinander (Abb. 5, vgl. afrikanische Westküste). Es fällt dem Beobachter sofort auf, dass es sich bei den beiden Kurvensystemen um Darstellung der Druckverteilung in verschiedenen Ebenen handelt, und er wird nicht in Versuchung kommen, die beiden Bilder bei der Extrapolation in einen Topf zu werfen. Südafrika hat (nach längeren vergeblichen Versuchen eine befriedigende Methode der Reduktion auf Meeresniveau zu finden) auf die zusammengesetzten Karten gegriffen und durch den in der Praxis bewährten Versuch gezeigt, dass diese Kartenart für Hochflächen über 800—1000 m zweckmässig ist. Sobald grosse Geländehöhen von mehr als 1500 m vorherrschen, ist der Unterschied zwischen der Druckverteilung im Meeresniveau und auf dem Festland so bedeutend, dass eine Reduktion auf das Meer zwar eine scheinbar einheitliche Karte entstehen lässt, jedoch mit grossen Fehlerquellen in der Interpretation, besonders in den Randzonen der Kontinente, zu rechnen ist. Die zusammengesetzte Karte versucht diese «Bruchstellen» an den Steilküsten nicht zu vertuschen, setzt jedoch grösseres Anschauungsvermögen des Beobachters voraus, da zwei verschiedene Kurvensysteme vorhanden sind. Sehr gut eignet sich die Methode im Gebiet der Antarktis [14] (Abb. 6), sind doch dort die Windverhältnisse im Innern, auf der 2500—4000 m hohen Eiskalotte eindeutig durch die Druckverteilung in Niveaus hoch über dem Meeresspiegel bestimmt. Zu ihrer Darstellung eignet sich am besten die 700-mb-Fläche, welche in Abb. 6 durch 40-m-Isohypsen dargestellt ist. Dieser Isohypsenabstand ergibt dieselben Gradientwindstärken wie die 5-mb-Isobaren auf Meeresniveau bei gleichem Kurvenabstand, so dass Windrichtung und -geschwindigkeit anschaulich aus dem Kartenbild zu entnehmen sind.

Wir haben uns bisher mit Hochflächen befasst, wo die richtige Darstellung der


WINDHOEK
LUDERITZ
PRETORIA
BLOEMFONTEIN
DURBAN
BEAUFORT W
CAPE TOWN
KAAPSTAD
PORT ELIZABETH
1520
1540
1560
1018 mb

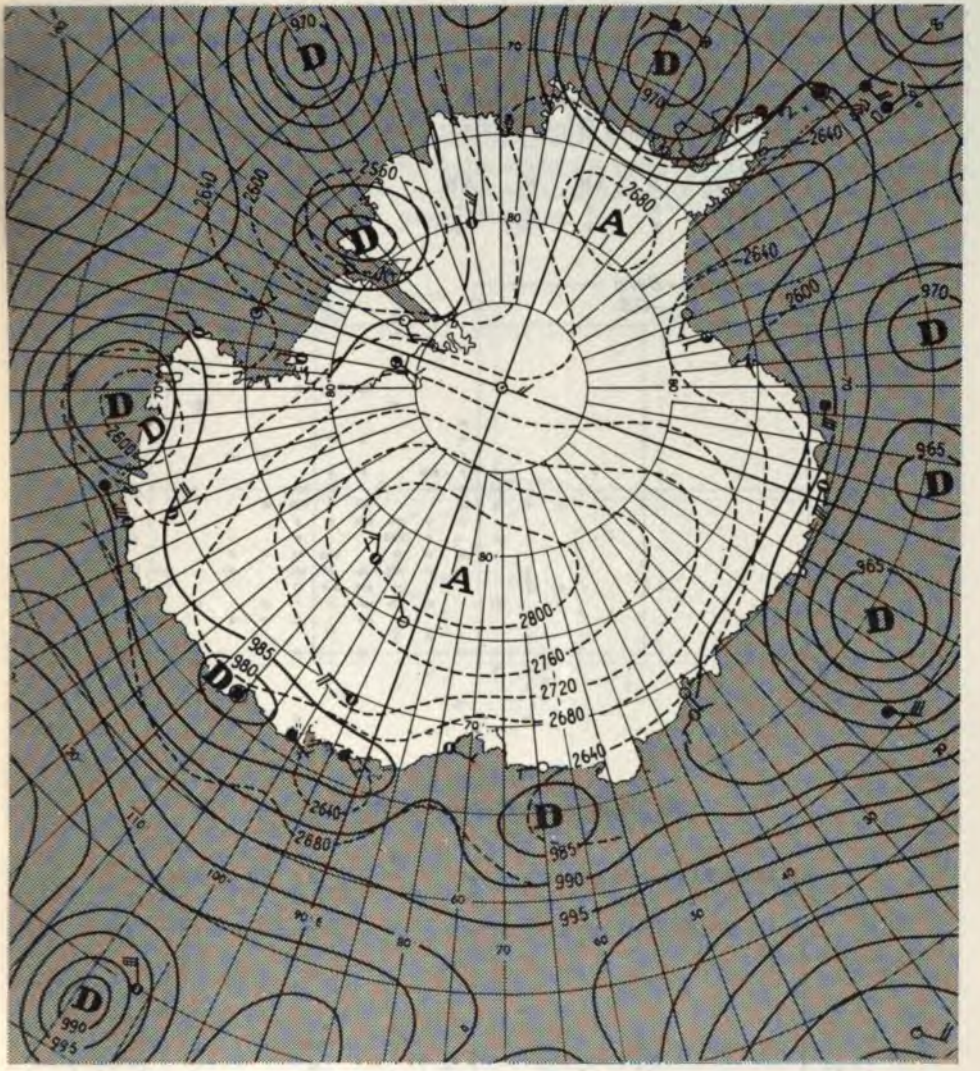
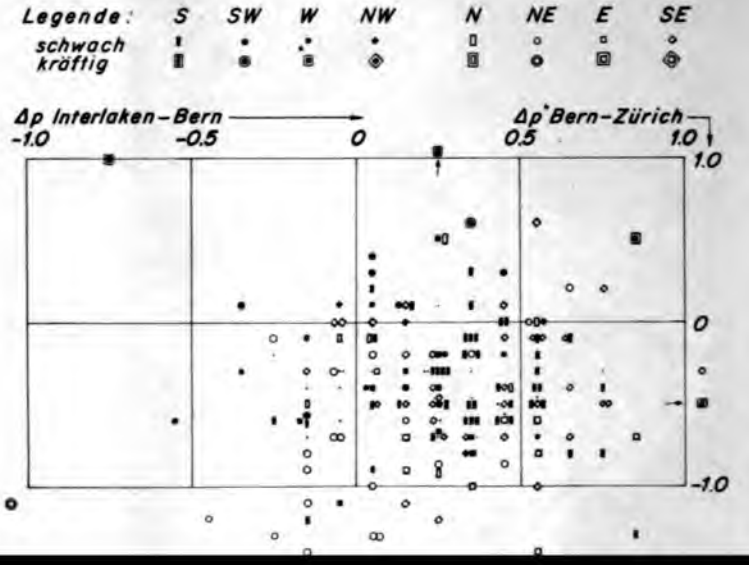


Abb. 6. Beispiel einer antarktischen Wetterkarte (aus dem Bulletin der internationalen meterologischen Weltorganisation [OMM], Juli 1958). Die ausgezogenen Kurven im Meeresniveau und die gestrichelten Höhenkurven der 700-mb-Fläche sind in bezug auf Äquidistanz gleichwertig (5 mb Druckunterschied und 40 m Höhendifferenz). Die Tiefdruckzentren (D) beidseits des Rossmeeres zeigen geneigte Achsen. Die Isohypsen der kontinentalen Antizyklone (A) geben ein anschauliches, durch die Wetterstationen bestätigtes Bild über die Windverhältnisse auf der polaren Eiskappe.

auf wenige Meter Höhendifferenz im gleichen Niveau und sind durch keine Gebirgsriegel voneinander getrennt, so dass anzunehmen ist, dass sich das allgemeine Druckfeld in den Windverhältnissen widerspiegeln sollte. Wenn wir die Winde auf der Mittellandstation Bern betrachten (Abb. 7a, b), ist tatsächlich eine Abhängigkeit der

Abb. 7. Windverhältnisse in Bern und Interlaken in Abhängigkeit von den horizontalen Luftdr
unterschieden in 570 m Höhe Interlaken–Bern (Abszisse) und Bern–Zürich (Ordinate). 1. VII.—31.
1961.

Die eingezeichneten Signaturen geben die Windverhältnisse um 7 h 30 bzw. 13 h 30 wieder. · = w
still. Verteilung der Windrichtungen vgl. nachfolgende Legende.



nd trotz grosser Streubreite in den Windverhältnissen von Bern eine Abhängigkeit vom all-ıen synoptischen Luftdruckgefälle zu erkennen ist (Abb. 7a und 7b), sind im Alpental, in ken, die lokalen orographischen Einflüsse und das damit verbundene Berg-Talwindsystem ierend, so dass die aus der Wetterkarte mit ihrem grossen Stationsabstand ersichtlichen gradienten nicht für die Bestimmung der lokalen Windverhältnisse ausreichen. Es ist daher ıotwendig, die Forderung an die Luftdruckreduktionsmethoden zu stellen, im Isobarenverlauf ıaues Abbild der Luftdruckverteilung in Geländehöhe zu geben, wenn es sich um ein gebirgiges handelt, in welchem die lokalen, im normalen Kartenmassstab nicht darstellbaren Zirkulationen überwiegen.

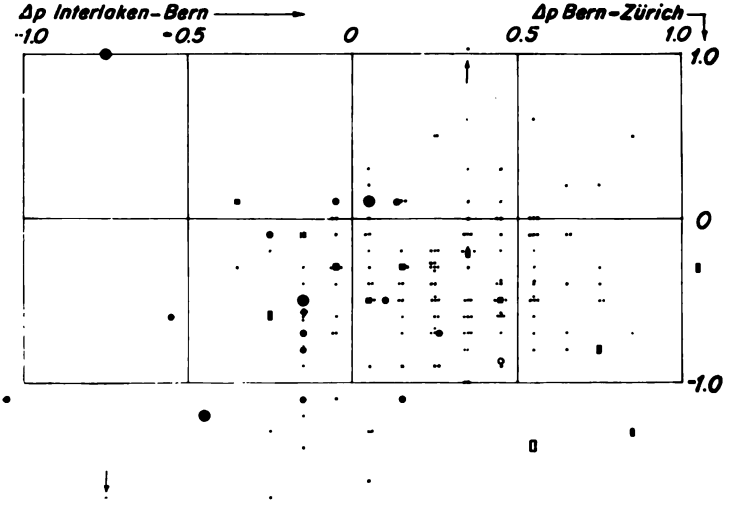


Abb. 7c. Windverhältnisse in Interlaken um 7h 30.

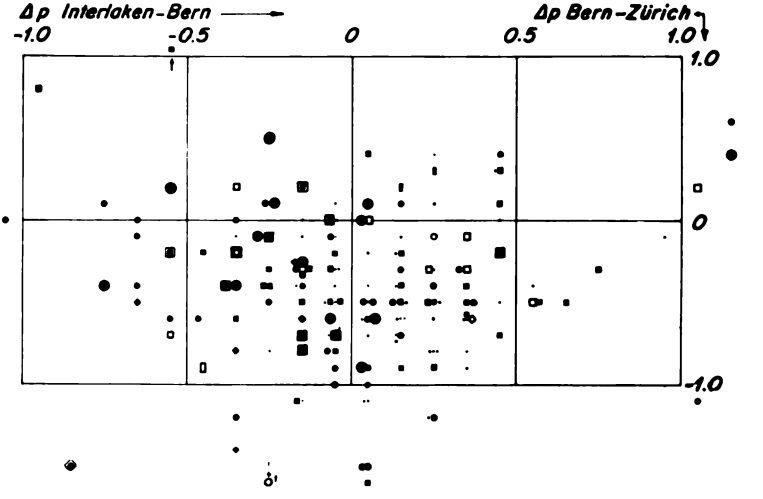
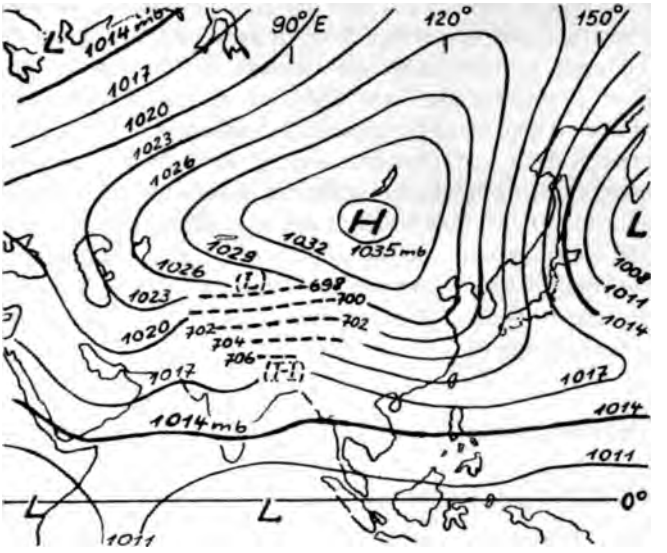


Abb. 7d. Windverhältnisse in Interlaken um 13h 30.

ichtung vom Druckgefälle Zürich–Bern festzustellen, indem die nordöstlichen
bei Überdruck in Zürich, die südwestlichen bei Überdruck in Bern auftreten.
zug auf die Querrichtung Bern–Interlaken ist jedoch keine Abhängigkeit zu
nen: die Südostwinde in Bern treten bei sehr ungleichen Druckgradienten auf,
e Nordwestwinde fehlen trotz zeitweisem Überdruck in der Bundesstadt. Wenn
Windverhältnisse in Interlaken betrachten, sind die Zusammenhänge zwischen
und Druckgradienten noch komplizierter (Abb. 7c, d). Die um 7h 30 vorherr-
len SW-Winde treten bei fast allen vorkommenden Gradienten auf, und es
t einen ganz bedeutenden Überdruck in Bern bis der Südwestwind eindeutig
berhand gewinnt. Dieses Beispiel zeigt uns deutlich, dass in den Gebirgen und
in deren Nachbarschaft die Wetterkarte nicht dazu dienen kann, die lokalen
erhältnisse darzustellen. An Stelle des Gradientwindes, der in der freien At-
äre tangential zu den Isobaren beziehungsweise den Isohypsen weht, tritt in den
gstälern und im Vorfeld der Höhenzüge, zum Beispiel im schweizerischen Mit-
l, eine Strömung, welche mehr oder weniger in Richtung des Druckgradienten
ohne dass ein straffer Zusammenhang zwischen den beiden Wetterelementen
stellen ist.

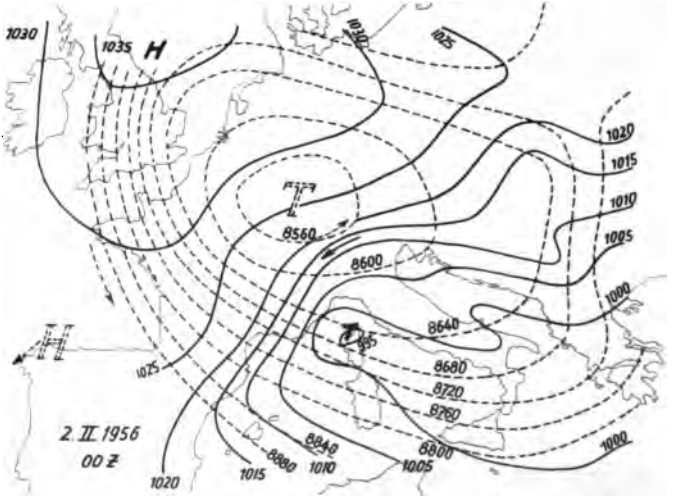
mit ist es nur in flachen Gebieten sinnvoll, an die Reduktion des Luftdruckes
s Meer hinunter die Forderung zu stellen, dass die in Geländehöhe festgestellte
verteilung in der Horizontalen erhalten bleibt oder auf eine Reduktion auf das
zu verzichten und zusammengesetzte Karten zu verwenden, um die Windströ-
n aus dem Kartenbild zu erhalten.

nn der Zusammenhang Druckverteilung-Windverteilung kompliziert wird, wie



8a. Januarisobaren im Meeresniveau über Asien (sibirische Antizyklone) und Luftdruckverteilung im 3000-m-Niveau (gestrichelte Kurven über Tibet, Luftdruck in mb).

Höhendruckverteilung weicht vollständig von derjenigen in Bodenhöhe ab; sie ist beinahe entgesetzt, so dass in diesem Gebiet eine zusammengesetzte Karte analog zu Abb. 6 und 7 anicht erscheint, um falschen Schlüssen über die Windverteilung in Geländehöhe vorzubeugen.



8b. Luftdruckverteilung im Meeresniveau (ausgezogene Kurven) und Höhe der 300-mb-Fläche richelt) in Europa beim Kaltlufteinbruch vom 2. II. 1956 mit ähnlichen Druckgegensätzen in verschiedenen Höhenlagen wie in Abb. 8a.

kluft das Gebirge umflossen hat und der Druckausgleich Nord-Süd eingetreten
ie Alpen besitzen eine zu geringe W-E-Erstreckung, um lange Zeit als scharfe,
aphisch bedingte Luftmassengrenze wirksam zu sein. Die bei uns auftretenden
sind daher gewissermassen als «Muster in Taschenausgabe» aufzufassen
8b). Da in den Alpen keine Hochplateaus vorhanden sind, hat es keinen Zweck,
mengesetzte Karten zu verwenden, welche keine Prognosenhilfe, sondern eine
werte Lesbarkeit bringen würden, während in Asien für den tibetanischen Raum
ür den täglichen Dienst eine solche Lösung aufdrängt. Die Druckverteilung im
esniveau in Zentralasien, wie sie allgemein in den Klimaatlanten gezeichnet
erweckt im Betrachter — wie wir an Hand der Abb. 8 feststellen konnten —
ch ganz falsche Vorstellungen über den tatsächlichen Strömungsverlauf in den
nahen Luftschichten.

Reduktionsmethoden, welche keine Auswertezentrale erfordern

4.2.1 Verwendung der aktuellen Aussentemperatur $T_s = T$

s bisher im grössten Teil der Erde übliche Reduktions-Verfahren, welches auf
rwendung von $T_s = T$ in Formel (11) basiert, hat zwar den Vorteil der Einfach-
ür die praktische Durchführung, zeigt jedoch so bedeutende Nachteile bei grös-
Stationshöhen, dass eine Verbesserung wünschenswert ist, selbst wenn sich da-
eine leichte Erschwerung für den laufenden Dienst ergibt. Für Orte unterhalb
bleiben zwar in normalen Fällen die durch lokale Bodeninversionen und Über-

Abb. 9. Luftdruckverteilung im Meeresniveau in der Umgebung der Alpen bei der gradientschwachen Wetterlage vom 5. VII. 1957, 06h Weltzeit. In den Abbildungen 9a—9d sind die Resultate von 4 verschiedenen Reduktionsmethoden einander gegenübergestellt.

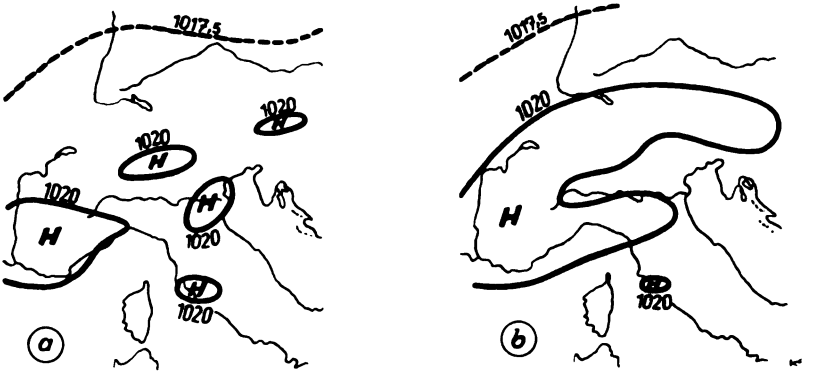


Abb. 9a. Reduktion der extrapolierten Temperaturkurve der freien Atmosphäre an den Radiosondenstationen (Methode von Eliassen, vgl. Kap. 4.3.1). Die Methode schaltet die lokalen Einflüsse gut aus, ist aber im praktischen Dienst kaum verwendbar.

Abb. 9b. Reduktion mit Hilfe der aktuellen Temperaturen T an den Bodenstationen (vgl. Kap. 4.2.1). Da am Morgen verbreitete Bodeninversionen auftreten, ergibt diese Methode im Gebirge etwas höhere Druckwerte als 9a, während am Nachmittag infolge starker sommerlicher Erhitzung umgekehrt ein tieferer Luftdruck im Meeresniveau erhalten wird.

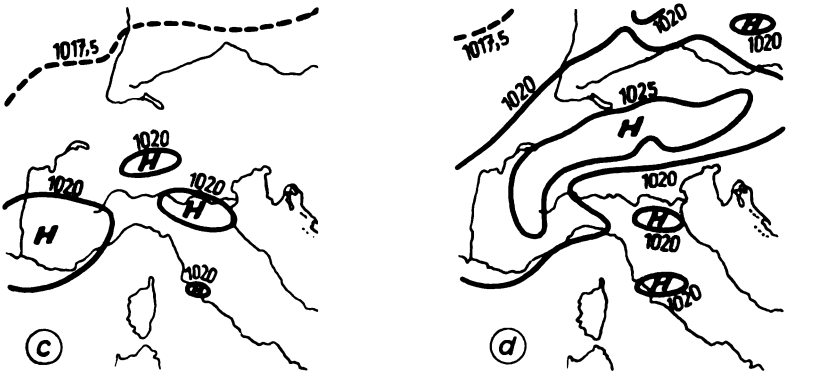
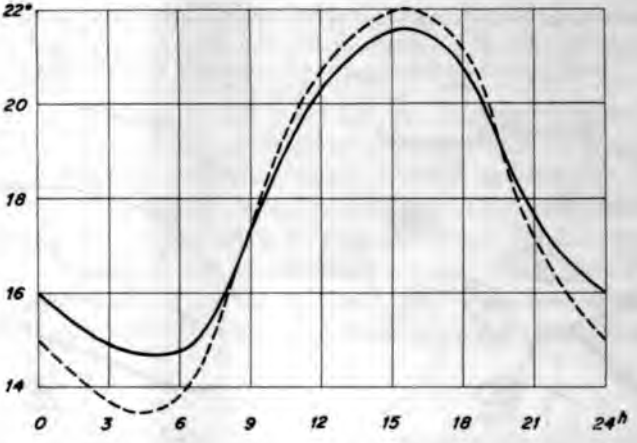


Abb. 9c. Reduktion mit Hilfe von zeitlich ausgeglichenen Temperaturen $\frac{T+T_{12}}{2}$ (vgl. Kap. 4.2.2). Die Karte ergibt weitgehend das in Abb. 9a erhaltene Bild. Die Berechnung ist etwas umständlicher als bei 9b, da ein Temperaturmittel aus zwei Werten statt eines einzigen verwendet wird, doch bleibt die Mehrarbeit für den Beobachter gering.

Abb. 9d. Reduktion mit Hilfe einer globalen Mitteltemperatur T_m nach Harrison (vgl. Kap. 4.2.4, sog. Logbar-Funktion). Während die in Kap. 4.2.4 besprochene regionale Mitteltemperatur in der Formel (12) eine Angleichung an die aktuellen Verhältnisse ermöglicht, bringt der weitergehende Vorschlag, eine einheitliche globale Mitteltemperatur zu verwenden, einen zusätzlichen Geländeeinfluss, der weit über denjenigen von Abb. 9b hinausgeht, indem bei hohen Temperaturen Hochdruckgebiete, bei Kälte dagegen Tiefdruckzentren über den Gebirgen erscheinen. Vgl. auch die entsprechenden Karten im Tropengebiet, Abb. 12.



0. Vergleich der Tagesgänge der Temperatur im Juli (1956—1961) an einer Hangstation , Meteorologische Zentralanstalt, 560 m, Südhanglage, reduziert mit 0,55° C/100 m auf Höhe), mit einer Talstation (Zürich-Kloten, Flughafen. Flacher Talboden 430 m mit häufiger nächtlicher Bodenkaltluftschicht).

Ordinate sind die Temperaturen in ° C aufgetragen, auf der Abszisse die Tageszeit. Die aus- e Kurve gibt die Verhältnisse an der Hangstation (Zürich MZA) wieder, die gestrichelte den Temperaturverlauf in der Talstation Zürich-Kloten. Im Tal zeigen sich (dort, wo kein fluss vorhanden ist) wesentlich grössere Tagesschwankungen, vor allem tiefere Nachtminima Hang, wobei die Unterschiede im Mittel mehr als einen Grad erreichen. Bei heiterem Wetter reten noch grössere Differenzen auf als im Monatsmittel, besonders bei Schneedecke

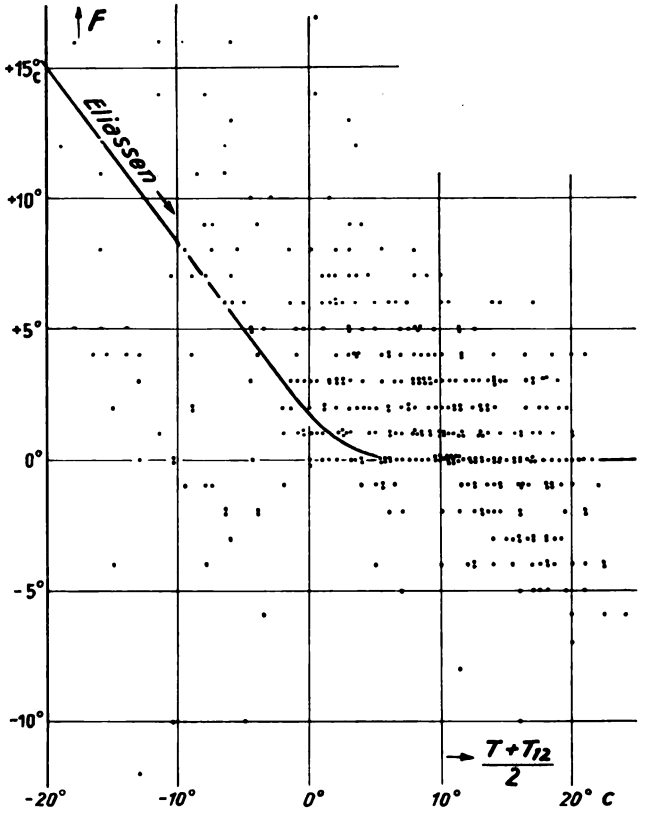


Abb. 11. Berechnung der Temperaturzuschläge F zur Stationstemperatur T_s an Hand der Temperaturverhältnisse in der freien Atmosphäre (Methode von Eliassen, vgl. Kap. 4.2.3 und Abb. 2) im weiteren Alpengebiet: Beispiel Zürich-Kloten, Flughafen Januar—Juli 1956.

In der Figur ist die von Eliassen für Norwegen gefundene F-Kurve aufgetragen. Es zeigt sich, daß im Alpengebiet eine sehr starke Streuung der F-Punkte auftritt, so dass sich dort kein einer bestimmten Mitteltemperatur zugeordneter Wert finden lässt.

4.2.3 Verwendung ausgeglichener und geographisch differenzierter Temperaturen

$$T_s = \frac{T+T_{12}}{2} + F$$

Wenn auch die amerikanische und die norwegische Methode der Modifikationen der $\frac{T+T_{12}}{2}$-Werte verschieden sind, lassen sie sich doch prinzipiell auf den gleichen Nenner bringen: ein Zuschlag, den wir mit F bezeichnen wollen, soll eine «Angleichung» im Netz herbeiführen. Die Bestimmung von F erfolgt dabei auf Grund klimatologischer Mittelwerte, ohne dass sich eine Zentrale einschaltet, welcher die aktuelle Situation bekannt ist. Auf diese Weise wird eine in der Praxis vielfach nur schwer realisierbare Übermittlung von «Reduktionstemperaturen» vom Analysenzentrum zum Beobachter vor der Reduktion vermieden. Als Nachteil muss dabei in Kauf genommen werden, dass die mittleren Verhältnisse wesentlich, eventuell sogar ent-

dend vom aktuellen Wert abweichen können, dass das F zwar meist eine Ver-
rung, gelegentlich aber auch eine Verschlechterung bringt. Selbst bei Bestim-
von F mit Hilfe mehrerer Parameter, zum Beispiel aktuelle Temperatur, Luft-
, Wind usw., ist eine befriedigende Übereinstimmung der T_s-Werte im Stations-
nicht in allen Fällen erzielbar. Zudem führt die Wahl mehrerer Parameter zu
ngreichen, für den Beobachter unangenehmen Tabellen. ELIASSEN hat sich daher
f beschränkt, T als Ausgangsbasis zu verwenden. Da er in den tief eingeschnit-
Talmulden, in welchen im Winter die Inversionen auftreten, F-Werte von
bei $T = -40°$ erhält, wird bei einem hochreichenden Kaltlufteinbruch mit
tiefen Temperaturen die Reduktion wesentlich zu tiefe Luftdrucke in diesen
gen ergeben. Diese Fälle werden jedoch selten sein, so dass die Verwendung
F-Wertes in Polnähe bessere reduzierte Druckwerte ergibt. In den Alpen ist die
ung der F-Werte dagegen so bedeutend, dass keine Verbesserung gegen dem
$\frac{T+T_{12}}{2}$-Wert erzielt wird (Abb. 11).

uch in Amerika befriedigt der zur Zeit verwendete F-Wert in Funktion von
$\frac{2}{}$, beziehungsweise von der Abweichung dieses Wertes vom Jahresmittel der
peratur, nicht völlig, so dass immer wieder Verbesserungen der Methode ange-
t und speziell im letzten Jahrzehnt durch HARRISON [6], [7], [8] alle denkbaren
, auch prinzipiell andere Lösungen, untersucht wurden. In den nachfolgenden
hnitten betrachten wir nun diese andersartigen Vorschläge.

von kleineren Höhenzügen ist eine solche Abgrenzung der Gebiete durchführbar; bei den grossen Gebirgszonen, zum Beispiel den zentralasiatischen Bergketten, den Rocky Mountains und den Anden dagegen wird die gewählte Mitteltemperatur in den meisten Fällen wohl für einzelne Partien, keinesfalls aber für das gesamte Gebiet, da vielfach nicht einmal für den Grossteil eine gute Näherung darstellen. Vor allem die West-Ost streichenden Höhenzüge bilden, wie bereits besprochen, Wetterscheiden, welche bei manchen Wetterlagen einen Luftmassenausgleich verhindern. Aber auch in der Längsrichtung können die Unterschiede bedeutend sein, zum Beispiel zwischen Mexiko und Alaska. Wenn es sich jedoch nur darum handelt, einzelne Teilgebiete zu untersuchen, kann eine einheitliche Mitteltemperatur angenommen werden. Wenn ferner, um Vergleichbarkeit mit den Höhenwetterkarten zu erzielen, nicht eine Reduktion auf Meeresniveau, sondern auf eine Standardfläche 1000 mb beabsichtigt ist, kann an Stelle von (11) die von HARRISON vorgeschlagene Formel verwendet werden:

$$H_{10} = H_s \left(\frac{R}{g_0}\right) T_{r_0} \log \left(\frac{1000}{p_s}\right) \tag{12}$$

mit H_{10} = Höhe der 1000-mb-Fläche (in geopotentiellen Metern)
H_s = Stationshöhe
R = Gaskonstante trockener Luft
g_0 = mittlere Schwerebeschleunigung im Meeresniveau
T_{r_0} = geschätzte mittlere virtuelle Temperatur zwischen H_s und H_{10} im Gebiet
p_s = Luftdruck in Stationshöhe

Wie in so manchen naturwissenschaftlichen Arbeitsgebieten zeigt es sich — wie unsere Diskussion der verschiedenen Möglichkeiten in der Wahl der geeigneten Mitteltemperatur gezeigt hat —, dass eine einzige Methode nicht für alle vorkommenden Verwendungszwecke eine ideale Lösung bringt, sondern jedes Gebiet eine individuelle Behandlung erfordert.

Nachdem wir die beiden Lösungen (11) und (12) diskutiert haben, welche beide ohne die Einschaltung einer Auswertezentrale verwendet werden können, bleibt die Frage abzuklären, ob sich mit Hilfe einer Zentrale weitere Verbesserungen erzielen lassen.

4.3 Ermittlung der massgebenden Reduktionen auf einer Auswertezentrale

4.3.1 Anpassung der Temperaturen an die Verhältnisse in der freien Atmosphäre (Methode von Eliassen)

Wenn wir mit Hilfe der Reduktionsformel (11) eine den Verhältnissen in der freien Atmosphäre möglichst angepasste Temperatur annehmen wollen, ist die Kenntnis der vertikalen Temperaturverteilung, wie sie durch die Radiosonden gegeben wird, von bedeutendem Nutzen, da in diesem Falle der Wert des Zusatzgliedes F exakt bestimmt werden kann. Der einzelne Beobachter, dem die aerologischen Resultate ja nicht bekannt sind, ist ohne Verbindung mit einer Zentrale gezwungen, einen klimatologisch bestimmten F-Wert zu verwenden, der je nach der herrschenden

(Methode von Harrison

Einheitliche Temperaturen in einem grösseren G
wie im Falle der Methode von ELIASSEN, nur auf kl
werden, wobei wiederum besonders in den gemässi
Abweichungen von den im Gebiet tatsächlich auftre
werden muss. Bei einem Warmluftvorstoss werden di
einer zu tiefen Temperatur reduziert, so dass in der Bo
gelegenen Geländeteil ein Hoch vorgetäuscht wird; l
wir dagegen einen verhältnismässig tiefen reduzierten I
ausgleichend wirken, indem sie die Mitteltemperatur
ändert in kleinen, beinahe unmerkbaren Schritten, s
nicht wesentlich verfälscht werden und doch eine laufe
deten Temperatur an die tatsächlichen Verhältnisse erf

4.3.3 Nachteile der Mitwirkung einer Au

Bisher war nur von den Vorteilen der Mitwirkung vor
so dass sich eine solche Lösung scheinbar aufdrängt. In
nentaler Basis geleiteten Wetternetz stehen den Vorteilen
Hindernisse gegenüber, welche einen solchen Einsatz v

Abb. 12. Vergleich der mit verschiedenen Methoden auf Meeres
im Gebiet von Zentralafrika (24. III. 1958, 06h Weltzeit, nach
Paris)

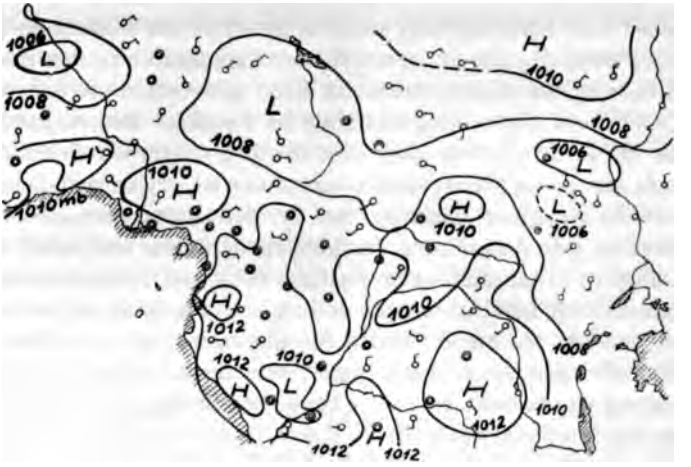


Abb. 12a. Luftdruck im Meeresniveau in Zentralafrika, 24. III. 1956, 06 h (Methode von Eliassen).

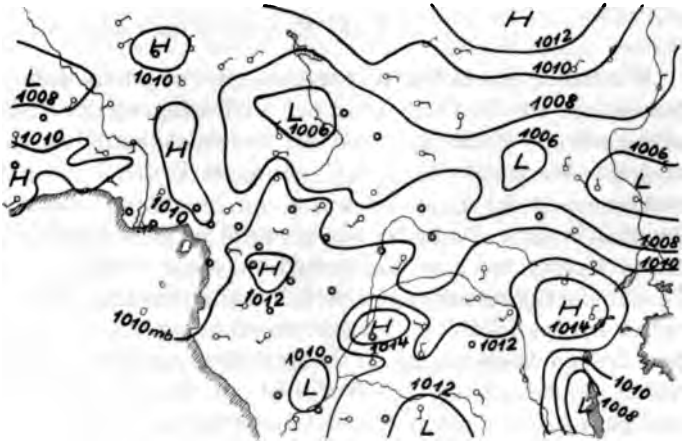


Abb. 12b. Luftdruck im Meeresniveau in Zentralafrika, 24. III. 1956, 06 h (Verwendung der aktuellen Temperatur).

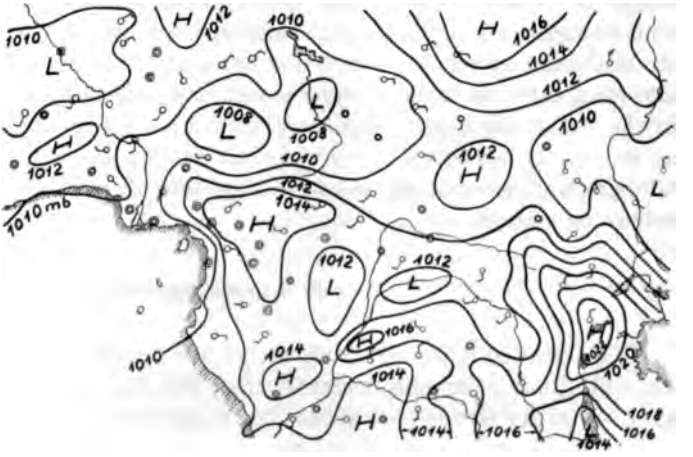


Abb. 12c. Luftdruck im Meeresniveau in Zentralafrika, 24. III. 1956, 06 h (Verwendung einer globalen Mitteltemperatur).

... durchgerunrt werden sollten, auf der Basis
bauen. Die Nachteile würden im allgemeinen die e
als aufwiegen, ist es doch besser, eine nicht vollstä
wetterkarte zu besitzen als gar keine, beziehungsweise
Beobachtungsnetz aufgebaute Karte, in der die erhöh
Messpunkten durch die Ungenauigkeit der Interpolat

4.4 Die Reduktion im Trope

Wir haben uns bisher vorwiegend mit den gemäss
beschäftigt, wo die Temperatur bei der Festlegung de
schlaggebende Rolle spielt und der Feuchtigkeitseinflu
niedrigen Werte des Gliedes $e_s C_h$ gering ist. In den Tro
mindestens in der Regenzeit Werte von 25—30 mb err
der Feuchtigkeit. Da es bei den geringen Luftdruckgra
bietes wichtig ist, dass die Reduktion genau berechn
Feuchtigkeitsglied unbedingt berücksichtigt werden. W
mittel des Dampfdrucks betrachten, erkennen wir jed
den Tropen hoch ist, im in Äquatornähe gelegenen
Mittel aus Januar und Juli 1955 19,1 mb, dass die Sch
aber gering sind, erreicht doch die dazugehörige Streuun
so dass ein klimatologischer Mittelwert von e_s in den m
genügende Annäherung für die erforderliche Rechen
kann allgemein $C_h = 0{,}12$ in (11) eingesetzt werden, da
Stationshöhen unterhalb 1000 m nur zwischen 0,10 und
sichtigung der Feuchtigkeit bietet somit keine wesentli
für die Praxis die durch Unge...

ausgenommen die feuchtwarmen (tropischen) Gebiete — von zweitrangiger Bedeutung. Bei der Temperatur kann als Näherung der vertikale Gradient der internationalen Atmosphäre a = 0,65°/100 m eingesetzt werden, doch lassen sich bei entsprechend gewählter Ausgangstemperatur T_8 im Stationsniveau auch andere Annahmen, zum Beispiel eine isotherme Atmosphäre, verwenden. Entscheidend ist somit die Wahl von T_8.

2. Die Diskussion der anzustrebenden Ziele und der praktisch durchführbaren Möglichkeiten ergibt drei prinzipiell verschiedene Wege:

a) Falls das Ziel der Reduktion darin besteht, die einzelnen Hoch- und Tiefdruckgebiete in ihrer Bahnkurve und Intensität möglichst genau zu verfolgen (zum Beispiel auf Zirkumglobalkarten), muss die Temperatur in der fiktiven Zwischenschicht möglichst eine Extrapolation der Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre darstellen, was in der Praxis am besten durch die Wahl von $T_8 = \frac{T+T_{12}}{2}$, eventuell mit einem additiven Zusatzglied F erreicht wird (bei persistenten Bodeninversionen, vor allem in den kalten Klimaten).

b) Falls die reduzierten Werte ein möglichst getreues Abbild der Windverhältnisse auf hochgelegenen, flachen Gebieten vermitteln sollen, muss eine konstante, jedoch von den extrapolierten Werten der freien Atmosphäre nicht stark abweichende Temperatur verwendet werden, also ein regionales Mittel, das entweder auf Grund der aktuellen Messungen oder als klimatologischer Mittelwert bestimmt werden kann.

c) An Stelle der Methode b kann für hochgelegene Teile des Gebietes, zum Beispiel für $H_p \geqq 800$ m auf eine Reduktion auf das Meer verzichtet und in diesem Gebiet die Höhenlage einer Standarddruckfläche (850 bzw. 700 mb) eingesetzt werden, welche ungefähr der Geländehöhe entspricht. Die Äquidistanz der Höhenkurven (Isohypsen) ist dabei zur leichteren Beurteilung der Gradientwindverhältnisse derjenigen der Isobaren im Meeresniveau anzupassen (40 m entsprechen 5-mb-Abständen).

Die Methode c ist besonders dort b vorzuziehen, wo infolge grosser Temperaturgegensätze innerhalb des Gebietes sich bereits in verhältnismässig geringem, vertikalem Abstand (zum Beispiel 0 m und 1500 m) grosse Unterschiede im Luftdruckbild ergeben, zum Beispiel im Winter in Zentralasien.

Für eine weltweite Übermittlung der Meldungen scheinen die mit Hilfe von a berechneten reduzierten Werte die zweckmässigste Lösung zu sein, während für Spezialkarten in kontinentalem oder subkontinentalem Massstab b und c Vorteile bieten können. Zur Durchführung von b sind entsprechend reduzierte Luftdruck-Angaben für das Stationsnetz notwendig, welche sich in Form einer Zusatzgruppe zum internationalen Code übermitteln lassen.

3. Bei der Frage, ob die Reduktion auf das Meeresniveau beibehalten werden soll oder entsprechend dem in der freien Atmosphäre verwendeten System die Höhenangabe der 1000-mb-Fläche mit Vorteil an deren Stelle treten könnte, zeigen sich positive wie auch negative Gesichtspunkte (positiv zum Beispiel die Vereinheitlichung der Darstellung Boden und Höhe, ferner erleichterte Reduktion im Gebiet der winterlichen kontinentalen Antizyklonen, negativ zum Beispiel die Komplizierung der Reduktion auf dem Meer sowie die für weite Kreise ungewohnte Darstellung des Druckfeldes durch Höhenkurven). Die negativen Punkte überwiegen dabei, so dass —

ommen die durch die Methode b speziell erfassten Gebiete — sich mindestens enwärtigen Zeitpunkt kein Übergang zur Isohypsendarstellung aufdrängt.
ei der Reduktion hochgelegener Stationen ($H_p \geqq 800$ m) auf eine darüber-e Standardfläche H_{850} bzw. H_{700} ist bei der Festlegung der T_s-Werte auf die liche Temperatur im Höhenintervall H_{850} bzw. $H_{700} - H_p$ abzustellen. Regio-ntersuchungen sollen zeigen, ob im Vergleich zur Annahme $T_s = \frac{T+T_{12}}{2}$ durch Wahl von T_s eine verbesserte Annäherung an die richtigen Werte erzielt wird.
ie Feuchtigkeit wird in den tropischen Gebieten durch einen Zuschlag zu T_s sichtigt, wobei dieser in °C die Grösse $(0{,}12) \times$ (herrschender Dampfdruck e) n der Bodenwetterkarte erreicht, in den Höhenkarten 850 und 700 mb dagegen

ie Punkte 1.—5. zeigen, dass das gestellte Problem offenbar nicht mit einer smethode, einem «Patentsystem» für alle vorkommenden Zweckbestimmungen l gelöst werden kann, sondern dass sich neben den für globale Zwecke be-n Reduktionswerten nach (2a) für einzelne Regionen spezielle Lösungen ent-end (2b) und (2c) aufdrängen.

Literatur

NEIDER-CARIUS, K.: Die Grundschicht der Troposphäre. Leipzig, Geest und Portig, 1953, S. (Probleme der Kosm. Physik, 26).
rnationales Meteorologisches Comité; Bericht über die Verhandlungen: 1. Versammlung in enhagen 1882, Anhang VII, Hamburg 1884; 2. Versammlung in Paris 1885, Anhang X—XII,

Die Sonnenaktivität im Jahre 1961

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

(Mit 3 Abbildungen im Text)

The present paper gives the frequency numbers of sunspots, photospheric faculae and prominences as well as the intensity of the coronal line 5303 Å and of the solar radio emission at the wavelength of 10.7 cm, all characterizing the solar activity in the year 1961.

Die vorliegende Veröffentlichung gibt die die Sonnenaktivität charakterisierenden Häufigkeitszahlen der Sonnenflecken, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen, die Intensität der Koronalinie 5303 Å und diejenige der solaren radiofrequenten Strahlung auf der Wellenlänge 10,7 cm.

Mean daily sunspot relative-number Mittlere tägliche Sonnenflecken-Relativzahl	53,9	(112,3)
Lowest sunspot relative-number Niedrigste Sonnenflecken-Relativzahl	0	(22)
Highest sunspot relative-number Höchste Sonnenflecken-Relativzahl	145	(257)
Mean daily group-number Mittlere tägliche Gruppenzahl	4,7	(9,4)
Total number of the northern spot-groups Gesamtzahl der nördlichen Fleckengruppen	205	(427)
Total number of the southern spot-groups Gesamtzahl der südlichen Fleckengruppen	131	(255)
Mean equatorial distance of the northern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Flecken	11,2°	(14,9°)
Mean equatorial distance of the southern sunspots Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Flecken	10,8°	(12,3°)
Surface covered by fields of faculae on the N-hemisphere Bedeckung der N-Halbkugel durch Fackelfelder	8,3%	(13,9%)
Surface covered by fields of faculae on the S-hemisphere Bedeckung der S-Halbkugel durch Fackelfelder	5,0%	(8,5%)
Mean equatorial distance of the northern faculae Mittlerer Äquatorabstand der nördlichen Fackeln	14,6°	(18,7°)
Mean equatorial distance of the southern faculae Mittlerer Äquatorabstand der südlichen Fackeln	11,8°	(14,4°)
Mean daily profile-surface of prominences Mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche	3818	(4026)

aily value of the total emission of the coronal line 5303 Å tägliche Gesamtemission der Koronalinie 5303 Å	720,6	(843,8)
aily value of the radio emission at the wavelength of 10.7 cm tägliche Radioemission auf Wellenlänge 10,7 cm	104,8	(161,0)

values put in brackets are concerning the year 1960.
in Klammern gesetzten Werte beziehen sich auf das Jahr 1960.

tables 1, 2 and 11 give the daily values of the relative-numbers, of the group-numbers and adio emission, the tables 3, 5, 6, 8 and 9 contain the distribution in latitude of the spots, prominences and of the coronal intensity. Fig. 1 and 3 are showing the course of the relative- s and of the radio emission, and by fig. 2 the distribution in latitude of the spots, faculae, nces and of the coronal intensity is demonstrated.
ellen 1, 2 und 11 enthalten die Tageswerte der Relativzahlen, der Gruppenzahlen und der mission, die Tabellen 3, 5, 6, 8 und 9 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, Protuberan- der Koronahelligkeit. Abb. 1 und 3 zeigen den Verlauf der Relativzahlen und der Radio- n, Abb. 2 die Breitenverteilung der Flecken, Fackeln, Protuberanzen und der Koronahelligkeit.

1. Sonnenflecken-Relativzahlen

nveränderter Weise wurden die Sonnenflecken-Relativzahlen an dem mit Po- onshelioskop ausgerüsteten Fraunhoferschen Fernrohr von 8 cm Öffnung bei er Vergrösserung bestimmt. Relativzahlbeobachtungen konnten in Zürich an gen ausgeführt werden, auf unserer Station in Locarno-Monti an 317 Tagen f derjenigen in Arosa, welche nur an 93 Tagen in Betrieb war, an 78 Tagen. reinigung unserer drei eigenen Beobachtungsreihen liefert die Relativzahl für

	N	*k*
Astronomisches Institut Wrocław, Beob. Z. Kordylewski, J. Jakimiec, B. Rompolt	153	0,59
Observatoire astronomique, Beograd, Beob. M. Protitch, M. Djokić	218	0,76
Observatoire de Bucarest, Beob. E. Tifrea, I. Soru, V. Dinulescu, A. Dinescu, A. Parepeascu	223	0,74
Observatorium der Universität, Beyazit-Istanbul, Beob. E. Balli, B. Güçtekin, P. Olgun, S. Ali, A. Kiral, K. Özemre, A. Belger, S. Gökgör, M. Hotinli, S. Karaali	259	0,93
American University Observatory, Beirut, Beob. H. Hourani, F. Bruin	338	0,99
Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze	240	1,06
Osservatorio Astrofisico di Catania, Beob. G. Fornara, A. Turiano, S. Cristaldi	333	1,05
Osservatorio Astronomico di Roma, Monte Mario, Beob. A. Morelli, M. Torelli, A. Rainone, A. Bercitto, R. Flamini	208	0,95
Observatorio del Ebro, Tortosa	340	1,01
Observatorio de Cartuja, Granada, Beob. J. Burgos	336	1,02
Kislovodsk Station of the Pulkovo Observatory	347	0,76
Kiev Observatory	243	0,86
Tashkent Observatory	284	0,97
Taiwan Weather Bureau, Taipei, Beob. K. Cheng	187	1,28
Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka, Beob. S. Nagasawa	277	0,82
Ikomasan Solar Observatory of Kyoto University, Nara-Ikoma, Beob. T. Tsujimura	251	0,88
Philippine Weather Bureau, Astronomical Observatory, Quezon City, Beob. R. L. Kintanar	255	1,03
Observatorio Astronomico Nacional, Santiago de Chile, Beob. H. Wroblewski, F. Noël	117	1,03
:) Beobachtungen von Privatastronomen:		
W. Sandner, Grafing-Bahnhof bei München	145	0,70
H. Krüger, Astronomische Arbeitsgemeinschaft Hannover	224	0,93
G. Stemmler, Oelsnitz im Erzgebirge	84	1,08
U. Seliger, Dresden	275	1,51
A. Barner, Wien	265	1,14
L. Wohlfeil, Gdańsk	103	1,09
W. Szymański, Dabrowa Górnicza	91	1,03
A. Barbacki, Nowy Sacz	329	1,12
P. Kunaver, Ljubljana	160	1,28
J. Costas, Barcelona	303	0,73
M. Serinanell, Barcelona	305	0,83
J. Sacasas, Barcelona	247	1,44
V. Farré, Agrupacion Astronomica Aster, Barcelona	141	1,19
F. Montanya und M. Martinez, Madrid	164	0,94
E. Mañé und E. Tanles, Barcelona	264	0,73
J. Alfaras, Barcelona	174	0,82
H. Arber, Manila	233	0,94
Ananaian, International Astronomical Association, Numazu City	328	0,95

In Tabelle 1 sind die Sonnenflecken-Relativzahlen für 1961 mitgeteilt. Diese werden täglich nur einmal bestimmt und beziehen sich im allgemeinen auf 6 bis 9 Uhr Weltzeit. Dies gilt auch für die meisten europäischen Stationen, welche in erster Linie für die Ergänzung unserer eigenen Beobachtungen herangezogen werden. Eigene Beobachtungen vom Mittag oder Nachmittag werden aber, sofern sie bei guter Bildqualität erfolgten, den auswärtigen, von welchen übrigens Beobachtungsstunde und Bildqualität meistens nicht bekannt sind, vorgezogen.

Tabelle 1. Tägliche Sonnenflecken-Relativzahlen *R* für das Jahr 1961

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	145	58	17	87	102	30	60	39	51	45	0	82
2	133	55	33	60	84	42	65	17	53	47	0	80
3	109	59	49	55	72	48	68	24	54	58	0	77
4	84	75	46	73	55	62	63	23	55	55	10	67
5	78	65	34	86	42	55	44	14	55	48	19	55
6	69	56	41	82	39	49	55	13	57	45	25	38
7	63	52	38	64	37	40	57	14	51	43	48	31
8	58	55	49	66	31	45	60	37	33	46	54	31
9	61	68	49	49	44	58	65	59	45	47	76	31
10	53	61	33	48	46	77	73	84	57	53	67	14
11	43	50	34	47	45	82	85	109	54	58	53	0
12	35	35	15	42	56	72	96	103	62	76	50	0
13	28	30	27	40	52	75	86	103	82	47	49	0
14	25	26	46	41	46	80	113	104	109	44	48	10
15	27	26	42	53	38	123	107	108	114	53	47	8
16	43	24	52	60	31	128	99	98	102	46	31	7
17	53	39	66	78	23	128	92	85	84	39	11	7
18	51	30	51	72	44	128	82	71	73	44	17	10
19	50	26	45	65	47	112	86	72	70	52	10	13
20	45	30	39	56	59	116	85	52	46	38	15	21
21	50	44	46	52	66	128	85	45	41	47	26	21
22	44	49	60	38	71	123	75	39	40	33	24	47

Tabelle 2. Tägliche Anzahl der Fleckengruppen im Jahre 1961

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	8	5	2	7	7	4	3	4	2	3	0	6
2	7	4	5	5	5	5	5	2	1	4	0	6
3	7	6	6	5	5	5	5	3	1	5	0	6
4	6	7	6	7	6	7	5	3	1	5	1	4
5	5	6	5	8	6	6	6	2	1	4	1	4
6	5	6	5	6	5	5	5	2	3	3	1	2
7	5	5	2	6	4	3	5	2	4	4	4	2
8	4	5	4	6	3	4	6	4	2	6	4	4
9	5	6	5	4	4	6	5	5	3	5	6	4
10	3	6	3	4	5	7	6	6	4	5	6	1
11	3	5	4	5	5	8	6	9	3	4	4	0
12	3	3	1	5	6	7	6	7	2	6	4	0
13	3	3	3	5	5	4	4	7	4	3	5	0
14	2	2	5	4	6	4	7	9	5	5	3	1
15	2	3	6	5	5	9	6	11	6	6	5	1
16	3	2	7	6	4	9	5	10	7	5	4	1
17	4	5	8	9	3	8	6	8	6	5	1	1
18	4	4	6	8	5	8	7	7	7	5	2	1
19	4	2	5	7	6	8	8	8	6	7	1	2
20	3	2	5	7	7	9	7	5	4	4	2	3
21	5	5	6	7	6	9	8	6	4	7	3	2
22	4	5	6	5	6	7	8	5	5	5	3	4
23	3	4	5	4	7	5	7	4	5	2	2	3
24	2	5	6	5	7	7	7	5	6	2	2	5
25	2	5	5	6	8	5	5	5	7	2	4	6
26	6	6	6	4	4	5	6	4	7	2	4	6
27	4	6	8	6	5	5	5	4	6	1	4	5
28	7	2	8	6	4	3	5	2	5	1	4	6
29	6		8	7	4	4	3	5	4	1	5	4
30	3		9	7	5	4	4	4	3	1	6	3
31	5		7		3		4	2		1		3
Mittel	4,3	4,5	5,4	5,9	5,2	6,0	5,6	5,2	4,1	3,8	3,0	3,1

-3. November folgten drei weitere vom 11.—13. Dezember. Der Verlauf der täg-ıen Relativzahlen ist in Abb. 1 dargestellt.

2. Statistik der Sonnenfleckengruppen

Die tägliche Anzahl der Fleckengruppen ist in Tabelle 2 mitgeteilt. Wie die Re-vzahlen, beziehen sich auch die Gruppenzahlen im wesentlichen auf 6 bis 9 Uhr ltzeit und auf eine Beobachtung bei 64facher Vergrösserung. An jedem Tag wird · eine Beobachtung berücksichtigt. Bei grösserer Sonnenaktivität treten häufig ine Gruppen auf, welche nach wenigen Stunden wieder verschwunden sind. Bei ıtinuierlicher Beobachtung der Sonne könnte somit die Zahl der an einem be-

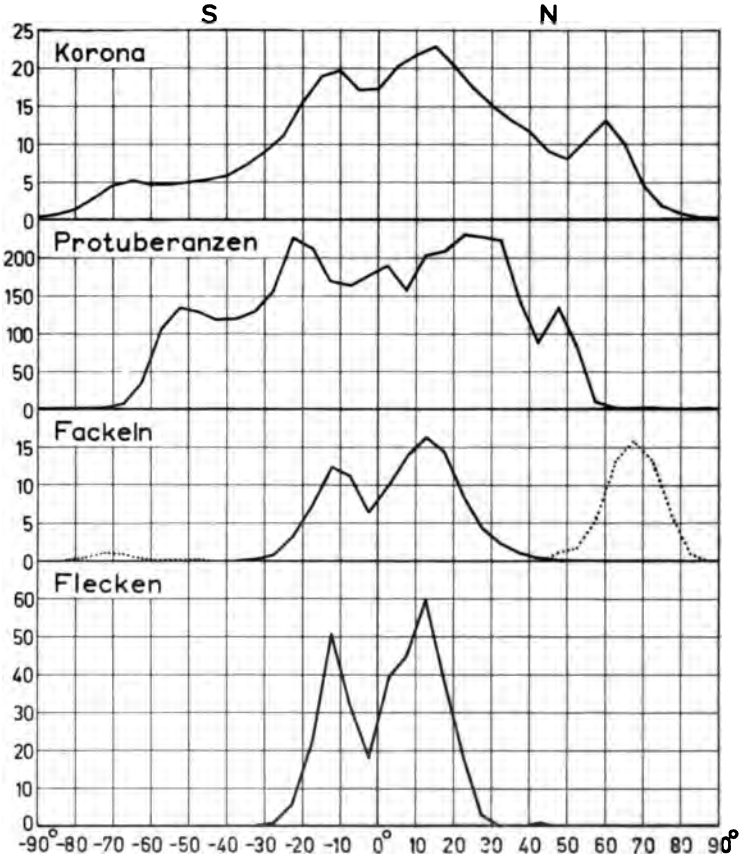
ecken-Relativzahlen im Jahre 1961.

mission auf der Wellenlänge 10,7 cm im Jahre 1961.

imten Tag beobachteten Fleckengruppen um einige grösser sein als die Gruppen- l bei nur einer Beobachtung.

Der Jahresmittelwert der täglichen Fleckengruppenzahl ist von 9,4 im Jahre 1960 4,7 im Berichtsjahr gefallen. Die Abnahme beträgt 50%, stimmt somit praktisch rein mit der Abnahme der Relativzahlen, welche 52% beträgt. Die Gruppenzahlen en einen ähnlichen Verlauf wie die Fleckenzahlen: nach niedrigen Werten im uar und Februar wird im Juni das höchste Monatsmittel erreicht und in den drei ten Monaten die niedrigsten.

Die Gesamtzahl der Fleckengruppen hat von 682 im Jahre 1960 auf 336, das heisst 51%, abgenommen. Bei dieser Statistik wurde jede Fleckengruppe, unabhängig ihrer Lebensdauer, nur einmal gezählt, und zwar wurden alle Fleckengruppen icksichtigt, deren erste Sichtbarkeit in das Jahr 1961 fällt. Hingegen wurde jede E-Rand eintretende Gruppe neu gezählt, auch wenn sie bereits in der voran- angenen Rotation beobachtet worden war; in vielen derartigen Fällen ist es näm-



. 2. Die Verteilung der Sonnenfleckengruppen, der photosphärischen Fackeln, der Protuberanzen und der Intensität der Koronalinie 5303 Å nach heliographischer Breite im Jahre 1961.

hwierig oder unmöglich, mit Sicherheit festzustellen, ob es sich um eine Wieder- der um eine Neubildung handelt. Im Gegensatz zu dieser Statistik der Flecken- en wurde bei der täglichen Gruppenzahl (Tabelle 2) jede Gruppe an jedem Tag gezählt.

Verteilung der 336 Fleckengruppen nach heliographischer Breite ist quartals- in Tabelle 3 mitgeteilt. Gegenüber dem Vorjahre hat die Zahl der südlichen ngruppen von 255 auf 131, diejenige der nördlichen von 427 auf 205 abgenom- Trotzdem die Abnahme auf der S-Halbkugel prozentual etwas geringer ist als r N-Halbkugel, bleibt diese noch immer die aktivere.

Tabelle 3. Verteilung der Fleckengruppen nach heliographischer Breite

	Südliche Breite						Nördliche Breite								
	25–29	20–24	15–19	10–14	5–9	1–4	0–4	5–9	10–14	15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44
I. Quartal	—	3	12	21	9	3	9	12	10	9	3	2	—	—	—
II. Quartal	1	2	4	14	9	7	12	14	18	4	3	—	—	—	—
III. Quartal	—	1	3	11	7	3	12	8	19	12	10	1	—	—	—
IV. Quartal	—	—	4	5	7	5	6	11	13	13	3	—	—	—	1
Jahr 1961	1	6	23	51	32	18	39	45	60	38	19	3	—	—	1

[redacted]

Tabelle 6. Breitenverteilung der Polarfackeln für das Jahr 1961

Rot. Nr.	Südliche Breite								Nördliche Breite							
	80–85	75–80	70–75	65–70	60–65	55–60	50–55	45–50	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70	70–75	75–80	80–85
1436	—	8	*21*	4	7	1	—	5	42	48	75	*176*	64	11	—	—
1437	4	*52*	48	41	18	3	3	13	60	133	243	*357*	187	30	2	—
1438	11	41	*76*	53	17	11	7	9	57	110	275	*355*	185	34	—	—
1439	—	17	*64*	33	9	9	12	3	40	59	257	*352*	202	85	3	—
1440	—	17	*34*	29	7	2	3	9	27	38	145	*315*	280	140	10	—
1441	1	—	18	*20*	6	5	9	4	23	28	79	334	*455*	267	85	4
1442	1	2	5	15	*20*	6	6	6	12	24	96	333	*535*	480	237	33
1443	—	—	3	*22*	5	12	8	6	11	30	80	236	*470*	468	250	113
1444	—	—	—	2	*5*	2	7	9	4	1	42	261	455	*630*	330	84
1445	—	—	2	3	5	5	10	7	14	6	58	196	455	*520*	300	25
1446	—	—	1	—	*4*	1	2	1	14	3	31	158	*383*	358	198	14
1447	—	1	*3*	*3*	1	1	1	1	—	1	36	200	301	*312*	122	3
1448	—	—	4	*13*	3	1	—	—	6	1	28	122	*163*	149	44	2
Mittel	1,3	10,6	*21,5*	18,3	8,2	4,5	5,2	5,6	23,8	37,1	111,2	261,2	*318,1*	268,0	121,6	21,4

n Fackelflächeneinheiten für die Rotationen des Jahres 1961

	Nördliche Breite									Mittl. Breite	
5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50	Süd	Nord
4	16	*19,5*	17	14,5	8	2	2	1	13,2°	19,0°
8,5	16,5	11	13	12	9	3	2	1	12,9°	17,8°
8,5	12	8	9	10	7,5	4,5	1,5	0,5	13,3°	16,4°
2	*15*	8,5	3	3	4	1,5	0,5	—	13,2°	13,7°
5,5	13	10	3,5	1,5	1,5	0,5	—	—	12,1°	14,4°
5	12	12	3	1	0,5	1	—	—	10,4°	11,1°
3	*22*	18,5	7	2	—	1,5	—	—	10,3°	13,6°
4	*19*	17	9	2	—	—	—	—	10,7°	13,1°
4	*23,5*	22	15,5	4	—	—	—	—	10,7°	14,3°
2	*19,5*	17	9	2,5	—	—	—	—	11,1°	13,2°
2,5	18	*21*	8	1,5	—	—	0,5	—	11,9°	14,3°
1	*13*	12	8	1,5	—	—	—	—	11,4°	13,2°
1	*12*	*12*	7	2	—	—	—	—	9,2°	13,3°
3,9	*16,3*	14,5	8,6	4,4	2,3	1,1	0,5	0,2	11,8°	14,6°

Tabelle 6. Breitenverteilung der Polarfackeln für das Jahr 1961

Rot. Nr.	Südliche Breite								Nördliche Breite							
	80–85	75–80	70–75	65–70	60–65	55–60	50–55	45–50	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70	70–75	75–80	80–85
1436	—	8	*21*	4	7	1	—	5	42	48	75	*176*	64	11	—	—
1437	4	*52*	48	41	18	3	3	13	60	133	243	*357*	187	30	2	—
1438	11	41	*76*	53	17	11	7	9	57	110	275	*355*	185	34	—	—
1439	—	17	*64*	33	9	9	12	3	40	59	257	*352*	202	85	3	—
1440	—	17	*34*	29	7	2	3	9	27	38	145	*315*	280	140	10	—
1441	1	—	18	*20*	6	5	9	4	23	28	79	334	*455*	267	85	4
1442	1	2	5	15	*20*	6	6	6	12	24	96	333	*535*	480	237	33
1443	—	—	3	*22*	5	12	8	6	11	30	80	236	*470*	468	250	113
1444	—	—	—	2	*5*	2	7	9	4	1	42	261	455	*630*	330	84
1445	—	—	2	3	5	5	10	7	14	6	58	196	455	*520*	300	25
1446	—	—	1	—	*4*	1	2	1	14	3	31	158	*383*	358	198	14
1447	—	1	*3*	*3*	1	1	1	1	—	1	36	200	301	*312*	122	3
1448	—	—	4	*13*	3	1	—	—	6	1	28	122	*163*	149	44	2
Mittel	1,3	10,6	*21,5*	18,3	8,2	4,5	5,2	5,6	23,8	37,1	111,2	261,2	*318,1*	268,0	121,6	21,4

Millionstel der Fläche der photosphärischen Sonnenscheibe. Die beigefügten
en Zahlen geben die Anzahl der Beobachtungstage an.
ie Protuberanzenhäufigkeit erreicht im März einen Tiefstwert, im Mai einen
stwert und bleibt im übrigen während des ganzen Jahres praktisch auf demselben
au. Die mittlere tägliche Protuberanzenprofilfläche von 3818 Millionsteln der
enscheibe weist gegenüber dem Vorjahr einen Rückgang von nur 5% auf.
Tabelle 8 sind die mittleren täglichen Profilflächensummen der Protuberanzen
5°-Breitenzonen (Summe aus E- und W-Rand) mitgeteilt und in Abb. 2 dar-
lt. Wie bei den Flecken und Fackeln ist die Hauptzone der Protuberanzen auf
-Halbkugel etwas stärker entwickelt als auf der S-Halbkugel. Beide Hauptzonen
je in 10° höherer Breite als die Fleckenmaxima. Das sekundäre Protuberanzen-
mum bei 0—5° dürfte in Zusammenhang stehen mit der anomal grossen Häufig-
er Fleckengruppen in diesem Intervall (Abb. 2). Die polare Protuberanzenzone
f beiden Hemisphären gut entwickelt: auf der südlichen bei 50—55° (1960 bei
auf der nördlichen wie 1960 bei 45—50°.

5. Korona

ie Intensitätsverteilung der Koronalinie 5303 längs des Sonnenrandes konnte an
n den 93 Tagen, an welchen das Aroser Observatorium in Betrieb war, aufge-
men werden, nämlich:

anuar	2., 4.
ärz	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 29

Tabelle 11. Die Intensität der solaren Radioemission bei $\lambda = 10{,}7$ cm

Tag	Monat											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	164	123	103	113	125	86	104	90	110	98	86	105
2	176	122	103	105	119	88	99	87	110	97	83	108
3	175	118	104	101	111	92	104	91	117	97	81	111
4	165	118	96	103	104	89	103	88	118	102	82	105
5	160	118	94	107	103	86	106	90	114	108	87	101
6	143	121	93	106	97	88	102	92	112	101	87	101
7	132	114	95	98	97	89	105	99	115	99	93	94
8	125	111	94	104	94	91	107	105	117	98	99	96
9	122	108	90	96	96	100	112	113	126	107	98	92
10	115	104	91	93	92	102	124	122	130	106	101	87
11	110	101	98	92	98	110	138	130	127	107	99	82
12	103	98	92	89	101	108	137	128	130	111	94	78
13	96	97	93	88	97	114	141	128	130	111	91	82
14	96	97	91	93	93	123	136	127	137	105	86	81
15	97	98	98	98	91	129	136	123	135	106	84	81
16	100	96	99	103	88	132	132	119	133	100	86	81
17	102	96	98	105	88	137	137	119	124	97	83	79
18	103	96	101	107	95	136	131	116	115	95	79	81
19	102	96	102	105	100	131	126	113	108	95	77	82
20	102	99	105	103	105	131	123	109	101	93	80	88
21	104	100	105	104	110	132	118	104	96	92	83	90
22	102	102	106	103	109	134	119	103	92	89	84	99
23	100	103	110	105	110	135	118	98	90	85	87	101
24	103	104	116	111	108	117	118	97	97	85	87	104
25	103	106	118	111	106	111	117	93	97	83	92	—
26	108	101	121	126	88	108	115	95	98	83	93	102
27	109	103	125	120	95	99	111	95	96	84	95	103
28	125	103	126	114	91	95	105	100	96	86	98	98
29	132		126	121	91	102	103	103	102	85	98	98
30	129		125	122	88	103	92	106	100	87	104	94
31	123		117		88		91	108		86		93
Mittel	120	105	104	105	99	110	116	106	112	96	89	93

ist. Die Breitenverteilung der Intensität der Linie 5303 ist überdies in Abb. 2 dargestellt. Die mittlere tägliche Summe der von 5° zu 5° heliographischer Breite gemessenen Intensitäten hat von 843,8 im Jahre 1960 auf 720,6 abgenommen. Von dieser Summe entfallen 423,6 auf die nördliche, 297,0 auf die südliche Halbkugel. Die Abnahme gegenüber dem Vorjahre ist auf beiden Halbkugeln nahezu gleich und ist mit 15% weit geringer als diejenige der Flecken und Fackeln.

Bei der Mittelbildung über das ganze Jahr können schwach entwickelte Aktivitätszonen verwischt werden. Deshalb wurden die 53 Beobachtungen in fünf etwa gleich grosse Gruppen unterteilt. Die heliographischen Breiten der einzelnen Intensitätsmaxima sind in Tabelle 10 mitgeteilt. Die Hauptzone ist stets vorhanden, liegt auf

Seite bei etwa 11° und auf der N-Seite bei etwa 12°. Die Breitendifferenz zwi-
len Maxima der Koronaintensität und der photosphärischen Aktivität, welche
d des Zyklus fortwährend abnimmt, ist im Berichtsjahre praktisch verschwun-

südliche Polarzone, die 1959 bei 65—70° und 1960 bei 70° lag, erscheint im
sjahr in kaum veränderter Intensität bei $b = 65°$. Die schon 1960 kräftig
kelte nördliche Polarzone hat ihre Intensität nicht geändert, ist aber um 2°
ts gewandert und liegt 1961 bei $b = 60°$. Das Intensitätsminimum zwischen der
und der Polarzone fällt mit der Polarzone der Protuberanzen zusammen. Was
tjährigen Bericht über die gegenseitige Lage der koronalen Polarzone und der
n Fackeln gesagt worden ist, trifft auch für 1961 zu. In der nördlichen Polarzone
sich sowohl die polaren Fackeln als auch die Koronaintensität gegenüber dem
re polwärts verlagert.

6. Radioemission der Sonne

in den vorangegangenen Jahren ergänzen wir die optischen Beobachtungen
e Sonnenaktivität durch radioastronomische. Wie schon früher hervorgehoben
erscheinen unter den vielen radiohelioskopischen Beobachtungen zur Charak-
ung der Sonnenaktivität und eventuell zur späteren Ersetzung der «subjekti-
elativzahlen durch eine «objektive» Messung die von A. E. COVINGTON 1947
enen und vom National Research Council Ottawa in homogener Weise fort-
en Messungen auf der Wellenlänge 10,7 cm am geeignetsten. Die im Jahre

Clichés

Schwitter A. G. Basel - Zürich

Wild M 20

Das moderne Arbeits- und Forschungs-Mikroskop für hohe Ansprüche

Ein hochwertiges ◘ Schweizer Präzisionsinstrument mit leistungsfähiger Optik und zahlreichem Zubehör für alle heute bekannten Untersuchungsmethoden. Mit wenigen Handgriffen lassen sich die einzelnen Elemente nach dem «Baukastenprinzip» auswechseln oder auch erst später ergänzen.

Wild M 20 mit Auflichteinrichtung für Hellfeld, Dunkelfeld und polarisiertes Licht und mit Aufsetzkamera II

Prospekt mit technischen Daten durch

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG., Heerbrugg
Optische Werke

Volle Garantie für prompten Service und zuverlässige Nachlieferung von Ersatzteilen durch ◘ Schweizer Unternehmen von Weltruf

---

Sie bauen

Wir finanzieren

Es genügt nicht, solid zu bauen, auch die Finanzierung der Bauten muss auf solider Grundlage beruhen. Lassen Sie sich daher von uns unverbindlich beraten.

ZÜRCHER KANTONALBANK

Jahrgang 107 Heft 3 September 1962

Q
G7
.Z965

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
OCT 31 1962
LIBRARY

Über einige Fragen der Gebissgestaltung
Von BERNHARD PEYER

Die Eutrophierung von Seen und Flüssen, deren Ursprung und Abwehr
Von E. A. THOMAS

Über einige interessante Reptilienfunde in der libyschen Wüste
Von HANS SCHNURRENBERGER

Vorzugstemperatur, Temperaturwahl und Temperaturabhängigkeit der Bewegungsaktivität bei Drosophila subobscura und Drosophila obscura
Von WALTER LEUTHOLD

Versuche mit Plankton-Test-Loten im Baldeggersee
Von E. A. THOMAS

Preis Fr. 7.—

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen.

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 40.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1961: 163. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet. Bestellungen nimmt der Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8 (Postfach Zürich 34), auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: PD Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 7/32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Über einige Fragen der Gebissgestaltung

Ein Beitrag zur Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. HANS FISCHER

Von

BERNHARD PEYER, Zürich

Es freut mich, zur Festschrift für meinen Freund HANS FISCHER etwas beitragen zu dürfen, und ich danke den Veranstaltern für die freundliche Aufforderung.

Ein Beitrag zu einer Festschrift soll weder zu umfangreich noch zu belanglos sein. Glücklicherweise ergaben sich nun bei der während der letzten Jahre mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung durchgeführten Ausarbeitung einer Odontologie Befunde, deren Mitteilung, obwohl sie ein Spezialgebiet betreffen, doch von allgemein-biologischem Interesse sein dürfte.

Ich wähle zwei Beispiele aus, eines aus den Haien und Rochen, das andere aus den Reptilien. Die Chondrichthyes, d. h. die Haie im allerweitesten Sinne, besitzen in ihrer Mundhöhle in der Regel zweierlei Zähne, nämlich Gebisszähne, die manchmal einen komplizierten Zahnbau aufweisen und deren Zahnwechsel durch eine Zahnleiste beherrscht wird, und andererseits Zähnchen der Mundschleimhaut, deren Zahnbau, wie derjenige der Hautzähnchen der Haifische, einfach bleibt und deren Zahnersatz, wie auch der Zahnersatz der Hautzähnchen der Haifische, ohne sichtliche Regel erfolgt. Bei einigen Haien gingen nun die Zähnchen der Mundschleimhaut verloren. Sehr viele Gattungen und Arten besitzen indessen noch solche Mundschleimhautzähnchen. Diese Tatsache geriet jedoch so sehr in Vergessenheit, dass von ihr in den meisten odontologischen Darstellungen neueren Datums überhaupt nicht mehr die Rede ist.

Im folgenden brauche ich, der besseren Verständlichkeit halber, den Ausdruck Haie im systematischen Sinne von Chondrichthyes, d. h. von haifischartigen Fischen im allgemeinen.

Bei den Haien in diesem Sinne dauert der Zahnersatz in unerschöpflicher Fülle das ganze Leben hindurch an. Die Anzahl der Ersatzzahngenerationen ist übrigens nicht genauer bekannt und für die einzelnen Gattungen jedenfalls verschieden. Ein Ersatzzahn wird nun nicht an der Stelle, wo er angelegt wird, später auch funktionieren, sondern er muss den Ort, wo er auf dem Kiefer fixiert wird und seine Funktion aufnehmen kann, durch eine von innen (lingual) nach aussen (labial) gerichtete Dislokation erreichen. Durch welche Kräfte diese Verschiebung bewirkt wird, ist

nicht sicher ermittelt. Meist wird angenommen, es handle sich um Zug, während W. WARWICK JAMES (1953) dafür den Wachstumsdruck der zwischen den Zahnanlagen gelegenen ektodermalen Zellen verantwortlich macht.

Abb. 1, ein Querschnitt durch einen Kiefer des Haies *Mustelus*, zeigt nun, wie ein Zahn, wenn er ausgedient hat, die Verbindung mit seinem natürlichen Untergrund verliert und buchstäblich aufs Pflaster gerät, nämlich auf das Pflaster der Hautzähnchen der allgemeinen Körperbedeckung.

Der Ersatzzahn hat bei seiner Anlage noch nicht die Orientierung, die er bei der Aufnahme seiner Funktion haben muss. Im Falle von *Mustelus* (Abb. 1) und von *Rhina* (Abb. 2) wird die erforderliche Stellungsänderung durch eine grössere Anzahl von Änderungen kleineren Ausmasses erreicht, in anderen Fällen, z. B. bei *Hexanchus* (siehe Abb. 3) gleichsam erst im letzten Moment und nahezu auf einmal vollzogen, wobei der Ersatzzahn über den Kieferrand hinwegturnen muss, bevor er an der Aussenfläche des Kieferknorpels fixiert werden kann; siehe Abb. 3 und 4.

Abb. 5 bietet insofern eine willkommene Ergänzung zu den Querschnittsbildern Abb. 1 und 2, als sie eine Aufsicht auf das interessante Grenzgebiet wiedergibt, in welchem die Gebisszähne und die Hautzähnchen der allgemeinen Körperbedeckung einander unmittelbar benachbart sind.

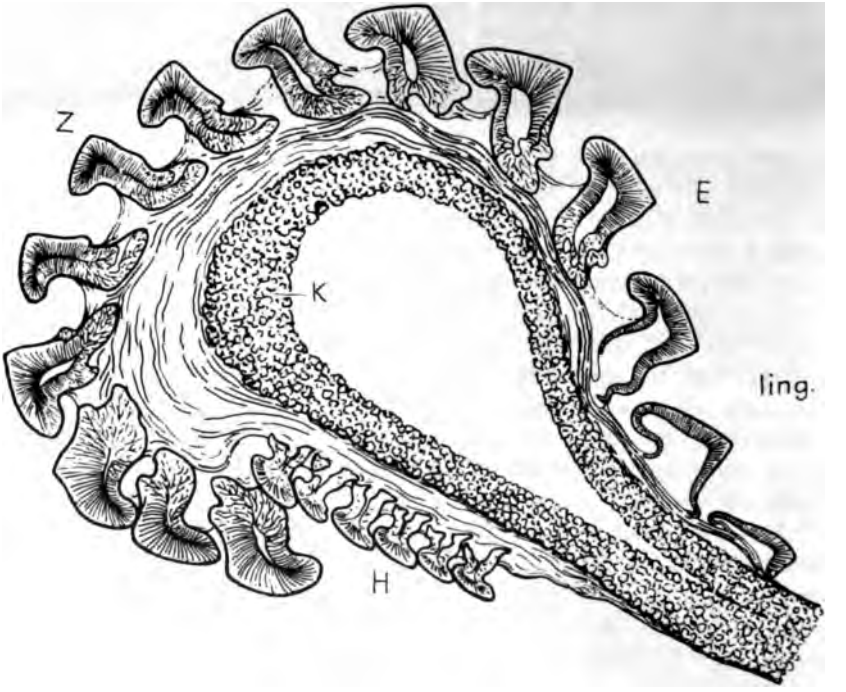


Abb. 1. Querschliff durch den Unterkiefer des Haifisches *Mustelus*. Trocken konserviertes Kieferskelett; deshalb fehlen die Zähnchen der Mundschleimhaut, welche am lebenden Tier (im Bilde rechts) auf die jüngsten Ersatzzähne folgen würden. H, Hautzähnchen; Z, funktionierende Zähne; E, Ersatzzähne verschiedenen Alters; K, Verkalkungen des Kieferknorpels. Beim Trocknen wurde der Kiefer etwas deformiert. Vergr. ca. 13 ×. Nach H. LANDOLT (1947).

Dies erlaubt zunächst einmal eine Beurteilung des Grössenunterschiedes der vordersten (in der Regel grössten) Gebisszähne und der Hautzähnchen. Da die Grösse der Gebisszähne meist gegen den Kieferwinkel hin abnimmt, verringert sich demgemäss für die weiter hinten gelegenen Gebisszähne auch die Grösse des genannten Unterschiedes. Bei *Mustelus* ist der Grössenunterschied von Gebisszähnen und Hautzähnchen so klein, dass es möglich wurde, auf einem und demselben Schnittpräparat von mässiger Grösse Gebisszähne, Hautzähnchen und Mundschleimhautzähnchen photographisch wiederzugeben.

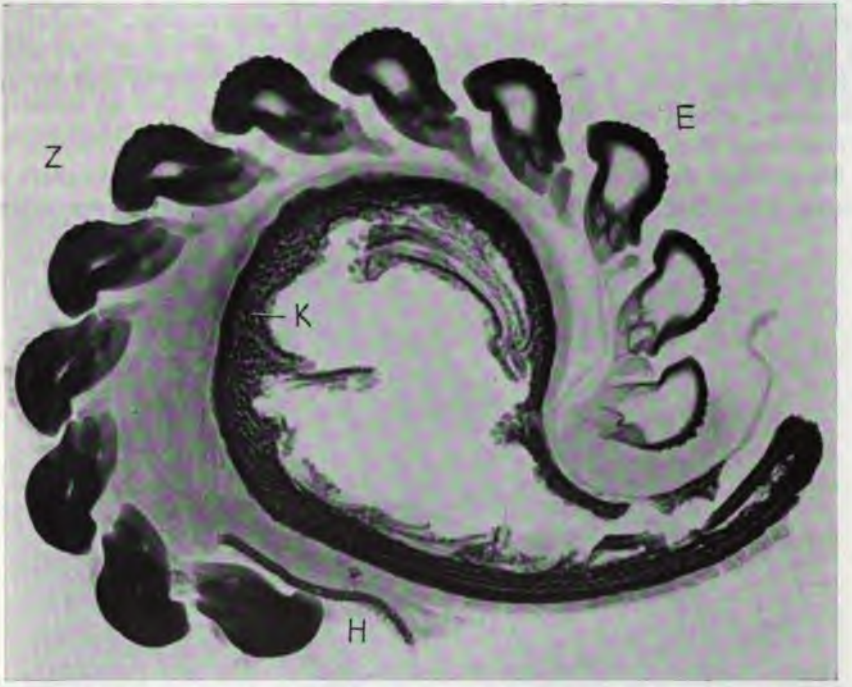


Abb. 2. Querschliff durch den Unterkiefer des Rochens *Rhina*. Trocken konserviertes Kieferskelett; deshalb fehlen, wie in Abb. 1, die Zähnchen der Mundschleimhaut, welche sich (im Bilde rechts) wahrscheinlich am lebenden Tier an die jüngsten Ersatzzähne anschlossen. Röntgenaufnahme. Wie in Abb. 1, so hat auch hier der älteste funktionierende Zahn die Verbindung mit seinem natürlichen Untergrund verloren und ist auf das Pflaster der Hautzähnchen geraten. H, Hautzähnchen, Z, funktionierende Zähne; E, Ersatzzähne verschiedenen Alters; K, Verkalkungen des Kieferknorpels. Vergr. 2,4×.

In Abb. 5 sind die schon auf das Pflaster der Hautzähnchen gelangten Gebisszähne alle ungefähr gleich gross. Ein geringfügiger Gangunterschied im Entwicklungsgrad der Ersatzzähne benachbarter Querreihen kann hier vernachlässigt werden.

Bedeutsamer als die genannten Grössenbeziehungen ist der Umstand, dass das Aufsichtsbild Abb. 5 auch die Art des Zahnwechsels der Hautzähnchen, die vom Zahnwechsel der Gebisszähne durchaus verschieden ist, klar erkennen lässt. Die ohne eine erkennbare Gesetzmässigkeit der Anordnung völlig regellos über die ganze Fläche hin verteilten Lücken entsprechen nämlich Stellen, an denen ein Zahnersatz

nge ist. Dies konnte durch zahlreiche Befunde bei anderen Gattungen gezeigt
n. Hinsichtlich der Dokumentierung dieser Ergebnisse, sowie hinsichtlich der
logie und der topographischen Verhältnisse des Ersatzes der Mundschleimhaut-
hen und der Hautzähnchen der Haie muss auf das Bildermaterial meiner noch
publizierten Odontologie verwiesen werden.

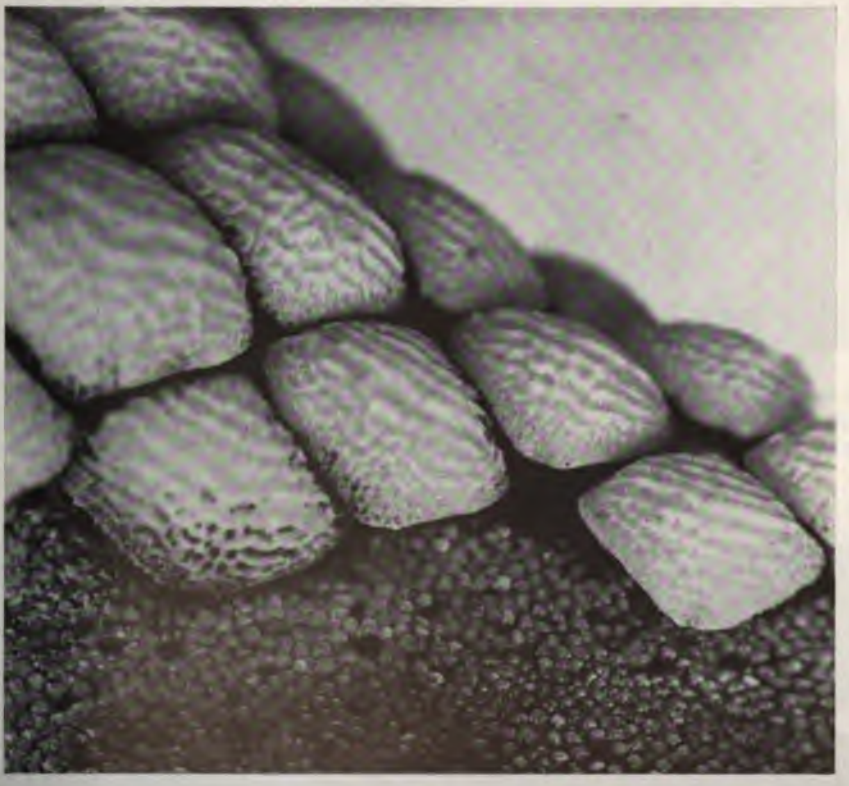
e bisherigen Ausführungen dienten namentlich dazu, den Leser etwas mit den
erhältnissen der Haie und insbesondere von *Rhina* bekannt zu machen. Der
d, warum dieser Rochen als eines der wenigen Beispiele ausgewählt wurde, die
inem Beitrag behandelt werden, liegt darin, dass sich dieses Tier von all
Verwandten in einer Hinsicht grundlegend unterscheidet, nämlich darin,
ich bei ihm eine präzise Occlusion oberer und unterer Zähne (das heisst ein
ieferschluss enger Kontakt zwischen den Zähnen der oberen und der unteren
spartie) ausgebildet hat.

eser enge Kontakt bildete sich jedoch auf völlig andere Weise heraus als bei
äugetieren. Bei diesen kam er dadurch zustande, dass obere und untere Zähne
ger stammesgeschichtlicher Entwicklung sich formal so aneinander anpassten,

ss Vorsprünge oberer Zähne in Vertiefungen unterer Zähne Raum fanden und ngekehrt. Beim Rochen *Rhina* dagegen kam die zwangsläufige gute Occlusion rch bestimmte Verbiegungen der Fläche des zahntragenden Areales zustande, cht durch Formgestaltung der einzelnen Zähne.

Hinsichtlich der Untersuchung von *Rhina* sei hier nachgetragen, dass diese Arbeit von dem lg. dipl. Zahnarzt VIKTOR ZSCHOKKE begonnen wurde, der sie leider nicht zu Ende führen konnte, tzdem er schon vorzügliche Resultate erreicht hatte, die ich hier mit seinem Einverständnis ver- entliche.

Zwischen der basalen Fläche der Zähne und dem Kieferknorpel bildeten sich imlich an den Stellen, welche den vorspringenden Wülsten entsprechen, binde- webliche Widerlager aus, die zur Hauptsache den Vorsprung bedingen. Dass die ähne selber an den vorspringenden Stellen etwas grösser sind (siehe Abb. 6) ist für s Gesamtrelief nicht von Bedeutung.



bb. 5. Partie aus einer Ansicht des Unterkiefers des Rochens *Rhina* (von unten). Das Bild zeigt s Gebiet, in welchem die Gebisszähne und die Zähnchen der Körperhaut unmittelbar aneinander enzen. Man beachte den Grössenunterschied zwischen Hautzähnchen und Gebisszähnen sowie e Anordnung der Hautzähnchen, aus welcher sich die Art ihres Zahnersatzes erschliessen lässt; siehe Text.

Im allgemeinen verschlingen die Haie ihre Beute unzerkleinert. Dafür genügen spitze, rückwärts gekrümmte Zähne, die dazu dienen, die gefasste Beute festzuhalten und in die Speiseröhre zu befördern. Die Schalenknacker unter den Haien vollziehen wohl keinen eigentlichen Kauakt, sondern mehr nur ein Zerquetschen. In diesem Sinne lassen sich auch die Verhältnisse bei *Rhina* zwanglos als Spezialfall von Schalenknacken deuten.

Hier sei nur hervorgehoben, dass sich der Occlusionsmechanismus von *Rhina* zur Hauptsache wohl erst während der postembryonalen Entwicklung herausbildet und akzentuiert, denn bei jungen, nicht bestimmten, aber sichtlich zur Gruppe von *Rhina* gehörenden Rochen von 34 mm Gesamtmundbreite (siehe Abb. 7) ist der mittlere vorspringende Wulst des Unterkiefers noch sehr flach.

Was nun die Form der einzelnen Zähne von *Rhina* anbetrifft, so ist eine scharfe

Abb. 6. Ober- und Unterkiefer des Rochens *Rhina*. Bei Kieferschluss fügt sich die mittlere vorspringende Partie des Unterkiefers genau in die entsprechende Vertiefung im Oberkiefer ein. Ebenso passen die weniger markanten seitlichen Vorsprünge und Vertiefungen aufeinander. Ca. ¾ nat. Gr.

pitze, wie sie z. B. die Zähne des Nagelrochens *Raja clavata* noch besitzen, nicht ehr vorhanden. Funktionell entspricht der Zustand etwa demjenigen von *Mustelus*.

Der Zeitpunkt der Herausbildung der präzisen Occlusion bei *Rhina* stimmt nun – das sei nachdrücklich hervorgehoben — überein mit dem Zeitpunkt der Onto-enese, zu welchem sich ähnliche Anpassungen an die Härte der Nahrung einzu-tellen pflegen. Dies gilt nicht nur für Haie, sondern auch für Knochenfische (Osteich-hyes) und für Reptilien, wo in allen diesen Fällen die genannten Anpassungen sich rst postembryonal herausbilden. Derartige Feststellungen können zur Zeit nur ein ein theoretisches Interesse beanspruchen. Es erscheint mir jedoch nicht ausgeschlossen, lass auch solche Probleme, wenn auch wohl erst in ferner Zukunft, durch ex-perimentelle Forschung einer Lösung nähergebracht werden könnten. Zur Zeit ist die Vererbungsforschung, namentlich in ihrem experimentellen Sektor, durch wichtigere nd aussichtsreichere Aufgaben vollauf in Anspruch genommen.

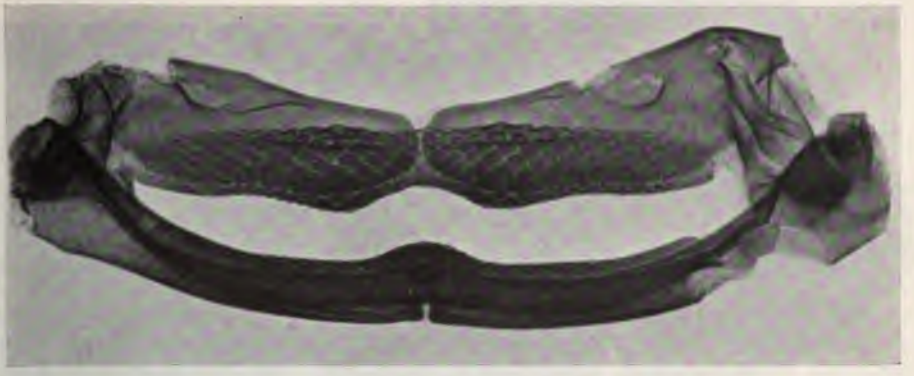


Abb. 7. Gebiss eines nicht genauer bestimmbaren, *Rhina*-ähnlichen Rochens von ca. 34 mm Mund-breite. Bei diesem zweifellos sehr jungen Exemplar sind die vorspringenden Wülste und die Ein-buchtungen noch weniger ausgeprägt als an dem Exemplar Abb. 6, dessen Mundbreite schätzungs-weise über 100 mm beträgt; siehe Text.

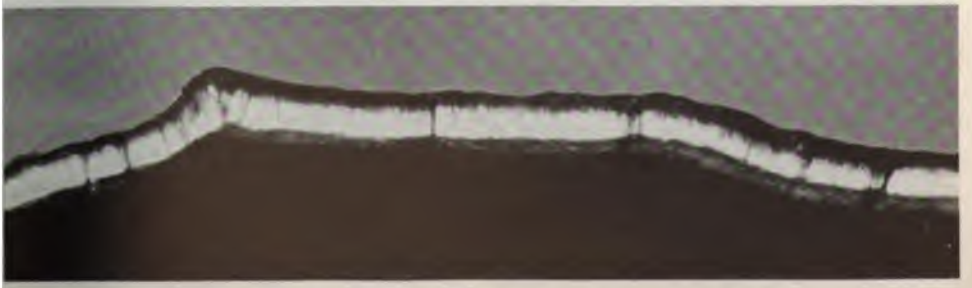


Abb. 8. Horizontalschliff durch einen Zahn eines *räuberischen Sauriers* aus dem Rhät von Hallau. Das Bild zeigt, wie der Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze genau der Skulpturierung der Oberfläche des Schmelzes folgt. Vergr. 94 ×.

Wild M 20

Das moderne Arbeits- und Forschungs-Mikroskop für hohe Ansprüche

Ein hochwertiges ◘ Schweizer Präzisionsinstrument mit leistungsfähiger Optik und zahlreichem Zubehör für alle heute bekannten Untersuchungsmethoden. Mit wenigen Handgriffen lassen sich die einzelnen Elemente nach dem «Baukastenprinzip» auswechseln oder auch erst später ergänzen.

Wild M 20 mit Auflichteinrichtung für Hellfeld, Dunkelfeld und polarisiertes Licht und mit Aufsatzkamera II

Prospekt mit technischen Daten durch

WILD
HEERBRUGG

Wild Heerbrugg AG, Heerbrugg
Optische Werke

Volle Garantie für prompten Service und zuverlässige Nachlieferung von Ersatzteilen durch ◘ Schweizer Unternehmen von Weltruf

---

Sie bauen

Wir finanzieren

Es genügt nicht, solid zu bauen, auch die Finanzierung der Bauten muss auf solider Grundlage beruhen. Lassen Sie sich daher von uns unverbindlich beraten.

ZÜRCHER KANTONALBAI

Jahrgang 107 Heft 3 September 1962

Q
67
.Z965

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
OCT 31 1962
LIBRARY

Über einige Fragen der Gebissgestaltung
Von BERNHARD PEYER

Die Eutrophierung von Seen und Flüssen, deren Ursprung und Abwehr
Von E. A. THOMAS

Über einige interessante Reptilienfunde in der libyschen Wüste
Von HANS SCHNURRENBERGER

Vorzugstemperatur, Temperaturwahl und Temperaturabhängigkeit der Bewegungsaktivität bei Drosophila subobscura und Drosophila obscura
Von WALTER LEUTHOLD

Versuche mit Plankton-Test-Loten im Baldeggersee
Von E. A. THOMAS

Preis Fr. 7.—

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Die Eutrophierung von Seen und Flüssen, deren Ursprung und Abwehr

Beitrag zur Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. HANS FISCHER

Von

E. A. THOMAS (Zürich)

Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand Dr. M. STAUB

Die Reinhaltung der Gewässer ist in den letzten Jahrzehnten und besonders seit dem zweiten Weltkrieg in allen industrialisierten Ländern und überall, wo viele Menschen auf engem Raum zusammenleben, zu einer wichtigen Aufgabe der Menschheit geworden. Zwar hat man schon vor einem Jahrhundert in vielen Ländern erkannt, dass die Verschmutzung der Gewässer verhindert werden sollte, und man hat schon damals Gesetze und Verordnungen erlassen, um die Reinhaltung der Gewässer zu gewährleisten. In der Schweiz trat beispielsweise im Kanton Zürich am 10. Dezember 1876 das ausgezeichnete Gesetz betreffend die öffentliche Gesundheitspflege und die Lebensmittelpolizei in Kraft, und am 1. Juni 1881 wurde die klare kantonale Verordnung betreffend die Reinhaltung der Gewässer erlassen. Im Anschluss an diese Vollziehungsverordnung hat die Direktion des Gesundheitswesens schon damals Bedingungen aufgestellt, denen fliessende Gewässer in 50 Meter Entfernung vom Abwassereinlauf und stehende Gewässer in 100 Meter Entfernung vom Abwassereinlauf zu genügen haben. Diese Bedingungen beziehen sich auf Kaliumpermanganatverbrauch (weniger als 60 mg/l), Stickstoff in löslicher organischer Verbindung (weniger als 1 mg/l), gesundheitsschädliche, lösliche Metallverbindungen von Blei, Kupfer usw. (weniger als 2 mg/l), Arsen in irgendeiner Form (weniger als 0,05 mg/l), aktives Chlor, beim Ansäuern mit Schwefelsäure frei werdend (weniger als 1 mg/l), Schwefelwasserstoff oder durch Kohlensäure zersetzbares Sulfid (weniger als 1 mg/l), freie Säure (in einem Liter weniger als mit 10 ml Normalalkali neutralisiert wird), freie Lauge (in einem Liter weniger als mit 10 ml Normalsäure neutralisiert wird), sowenig färbende Substanz, dass das Wasser in einer Schicht von 10 cm Tiefe in ein weisses Gefäss gebracht bei Tageslicht eine bestimmte Farbe nicht mehr zeigt. — Alle diese Bestimmungen sind aber viel zu selten angewendet worden.

Für die Notwendigkeit der Abwasserreinigung ist heute bei den verantwortlichen Behörden und in breiten Bevölkerungskreisen viel Verständnis vorhanden. In manchen Fällen ist es aber auch für den Fachmann nicht leicht zu überblicken, wie

hend ein Abwasser gereinigt werden muss, bevor es in einen Vorfluter einge-
verden darf. Vor allem stehen dabei biologische Probleme im Vorder-
l. Nach der Reinigung sei ein abzuleitendes Abwasser vollständig ungiftig und
hend befreit von organischen Stoffen; trotzdem kann es in Seen und Flüssen
inungen hervorrufen, die für uns in mancher Hinsicht sehr unerwünscht sind.
esen Erscheinungen und der Möglichkeit ihrer Abwehr sollen sich die folgen-
usführungen befassen.

I. Der ursprüngliche Zustand von Seen und Flüssen

A. Der ursprüngliche Zustand von Seen

den Anfängen limnologischer Forschung ist der Morphologie der Seen ein
iches Interesse entgegengebracht worden. So umfasst im «Handbuch der
unde» von F. A. Forel (1901) der morphologische Teil einen Siebentel des
n Buches, und sehr oft ist es auch seither nötig geworden, die Ergebnisse von
ersuchungen mit der Morphologie, vor allem mit dem Volumen des Sees in
dung zu bringen. Beispielsweise gilt für die Seen der Nordschweiz, dass alle
iefen oder tieferen Seen, mit mindestens ca. 50 ha Oberflächenausdehnung, wie
suchungen an Schlammprofilen zeigten, bis vor wenigen Jahrzehnten dem
trophen Typus angehörten (Thomas, 1949). Heute befindet sich allerdings ein
r Teil dieser Seen als Folge von künstlicher Düngung im eutrophen Zustand.

2. Der ursprüngliche Zustand der Kleinseen

Bei einem Kleinsee bringen die Zuflüsse und der Wind pro m^2 Seeoberfläche und pro m^3 Seeinhalt auch ohne Einfluss des Menschen viel mehr abgestorbene Laubblätter, Pollenkörner, Insekten und andere Organismen in den See als bei einem grossen See. Diese abgestorbenen Organismen und Organismenteile zersetzen sich im Seewasser und geben die dabei entstehenden Düngstoffe frei für die vermehrte Entwicklung der Plankton- und Uferalgen. Bei solchen Kleinseen ist deshalb auch ohne den Einfluss des Menschen im Tiefenwasser bei Sommerstagnation ein Sauerstoffschwund zu erwarten, ebenso das Auftreten von viel Ammoniak, Eisen, Mangan und Schwefelwasserstoff.

B. Der ursprüngliche Zustand von Flüssen

In Flüssen, die nicht durch Abwasser verunreinigt sind, erwarten wir im allgemeinen klares bläuliches Wasser, nur in Moorgebieten bräunliches. Die Steine des Flussbettes sind nicht oder nur wenig mit Algen überwachsen. Das Wasser enthält weder ein Übermass noch einen Mangel an Sauerstoff. Solche Flüsse sind für die fischereiliche Bewirtschaftung, aber auch für Wasserversorgungen oder zum Baden geeignet.

II. Die Folgen der Verschmutzung durch Abwässer

A. Die Folgen der Verschmutzung bei Seen

Ungereinigte Abwässer machen sich an Seeufern bemerkbar durch Trübung und Färbung des Seewassers, in schlimmen Fällen auch durch Papier und andere Feststoffe oder durch Öl. Bakterien, aber auch Planktonalgen und Uferalgen entwickeln sich reichlich. Kleinseen sind gegen die Einleitung von Abwässern sehr empfindlich; rasch wird das Wasser des Hypolimnions sauerstofffrei. Aber auch bei grossen Seen kann vollständiger Sauerstoffschwund an ganz verschiedenen Stellen auftreten: a) im über dem Bodenschlamm liegenden Wasser, b) im unteren Teil des Metalimnions, c) an Uferstellen, an denen Algenmassen zusammengetrieben wurden und verfaulen (Thomas 1955a, 1960a). Die ungünstigen Sauerstoffverhältnisse in Seen gefährden oder vernichten die Bestände der wertvollen Coregonen und damit die fischereiliche Bewirtschaftung. Die Trinkwasserbereitung ist in verschmutzten Seen erschwert. Seebäder dürfen sich nicht in der Nähe von Abwassereinleitungen befinden.

B. Die Folgen der Verschmutzung bei Flüssen

Im Gegensatz zu den Seen ist bei den Flüssen die Uferlinie verglichen mit der Oberfläche sehr weit ausgedehnt. Ästhetische Missstände durch Abwassereinleitung belästigen deshalb auf beiden Seiten des Flusses die Uferanwohner, Fischer, Badenden und Spaziergänger über lange Distanzen. Wir denken an Papierfetzen, Lumpen usw., aber auch an Trübungen und Verfärbungen oder an Geruchsbelästigungen.

Ebenfalls von Auge sichtbar sind die durch Abwässer verursachten Veränderungen der Biocoenosen des Flussbettes, das Auftreten von polysaproben Organismen wie *Sphaerotilus*. Die schnell wachsenden Zotten von *Sphaerotilus* werden von der Strömung immer wieder abgerissen und über weite Strecken fortgeführt, einen hässlichen Anblick bietend. Erst nach längerer Fliessstrecke bringt die Selbstreinigung im Sinne von KOLKWITZ und MARSSON (1908, 1909 und 1950) stufenweise eine günstigere Beschaffenheit der Biocoenosen. Die Bakterien und anderen heterotrophen Organismen treten zurück zugunsten von Algen, der Sauerstoffgehalt des Wassers steigt und die vorher ungünstige Beschaffenheit des Wassers verbessert sich wieder.

Verschmutzung von Flüssen verschlechtert die Möglichkeit der Trinkwasserbereitung und der Verwendung von Flusswasser als Brauchwasser. Wo Grundwasser durch Flüsse gespiesen wird, kann es durch Verschmutzungen unbrauchbar gemacht werden. Nur unverschmutzte Flüsse eignen sich zum Baden. Fischereilich bedeutet die Verschmutzung eines Flusses eine teilweise oder ganze Entwertung des Gewässers.

III. Die ersten Erfolge der Abwasserreinigung

A. Erfolge der Abwasserreinigung bei Seen

Heute ist die Auffassung sehr verbreitet, dass die in Seen und Flüsse einzuleitenden Abwässer nicht nur mechanisch, sondern auch biologisch zu reinigen seien. Eine spezielle Reinigung zur Entfernung der Düngstoffe wird erst selten angewendet. Die nächsten Ausführungen gehen deshalb von der Annahme aus, dass die in Flüsse und Seen einzuleitenden Abwässer sowohl mechanisch als auch biologisch gereinigt sind.

Die genannte Art der Abwasserreinigung verhindert an Seeufern alle von Auge wahrnehmbaren direkten Verunreinigungen, ausgenommen die Schaumbildungen, die von Detergenzien stammen. Schaumbildungen gehören nicht in den Rahmen des hier besprochenen Themas. Bei Seen, die Trinkwasser liefern, ist ferner mindestens in ästhetischer Beziehung wichtig, dass das Rohwasser der Trinkwasserversorgung nicht mehr durch Abwasser verschmutzt ist.

Im biologisch gereinigten Abwasser ist der Bakteriengehalt viel kleiner als im ungereinigten Abwasser; besonders der Gehalt an Bakterien aus der Gruppe des *Bacterium coli* ist viel niedriger. Deshalb ist das Badewasser an den Ufern eines Sees, der keine ungereinigten Abwässer erhält, in hygienischer Beziehung geeigneter.

B. Erfolge der Abwasserreinigung bei Flüssen.

Die für die Seen erwähnten ästhetischen und hygienischen Erfolge der Abwasserreinigung gelten auch für die Flüsse. Dazu kommt, dass es bei Flüssen verhältnismässig leicht ist, die von ungereinigtem Abwasser hervorgerufenen heterotrophen Lebensgemeinschaften dank der Abwasserreinigung zum Verschwinden zu bringen. Gleichzeitig gelingt es, den Sauerstoffgehalt des Flusswassers nachhaltig und dauernd zu verbessern und damit auch die Lebensverhältnisse der Fische günstiger zu gestalten. Dass durch die Abwasserreinigung Fischsterben in Flüssen verunmöglicht werden sollen, sei hier als Selbstverständlichkeit erwähnt.

IV. Die Voraussetzungen für die endgültige Sanierung von Seen und Flüssen

Leider kann die nur mechanische und biologische Abwasserreinigung nicht verindern, dass sich in Seen und Flüssen massenhaft Algen und höhere Wasserpflanzen ntwickeln. Im biologisch gereinigten Abwasser sind also noch Stoffe enthalten, die as Wachstum von manchen grünen Pflanzen äusserst stark fördern. Welcher Art nd diese Stoffe?

Im Jahre 1945 und später führte ich Phytoplanktonkulturen mit Seewasser und eilweise mit Nährstoffzusätzen durch. Gleichzeitig stellte ich fest, dass im Oberächenwasser eutropher Seen der Gehalt an Stickstoff- und Phosphorverbindungen n Jahresverlauf beträchtlich wechseln kann, während der Kaliumgehalt ausgelichener war. Indessen wurden nicht selten Stimmen laut, die den Stickstoff- und hosphorverbindungen ihre dominierende Stellung nicht zuerkannten und die die edeutung von Spurenelementen oder von Wuchsstoffen und anderen organischen toffen in den Vordergrund rückten. Aus diesen Gründen erwog ich folgende Fragen: enügt bei künstlich erhöhter Stickstoff- und Phosphorzufuhr der Gehalt an allen nderen lebenswichtigen Stoffen, um eine entsprechend erhöhte Algenproduktion u erlauben? Wird ein wesentlicher Teil der zugegebenen Nährstoffe verbraucht und n organische Substanz eingebaut? Diese Fragen liessen sich experimentell prüfen, ndem den verschiedenen Seewässern Nitrate und Phosphate im Überschuss zugeeben wurden.

Im praktischen Versuch füllten wir je 2—6 Erlenmeyerkolben mit 300 ml Wasser us 46 verschiedenen Seen und sterilisierten nach dem Verschliessen der Kolben mit Vatte. Hierauf gaben wir zu jedem Kolben soviel sterile Nitrat- und Phosphatösung, dass der Nitratgehalt 20 mg/l und der Phosphatgehalt 2 mg/l erreichte. Als mpfmaterial für diese sterilen Nährlösungen diente Oberflächenplankton aus dem nesotrophen Zürcher Obersee. Da das Oberflächenwasser in den genannten Seen im ommer chemisch wesentlich anders beschaffen ist als im Winter, führten wir den ersuch einmal mit Sommerwasser und einmal mit Winterwasser durch (THOMAS, 953).

Die beimpften Kolben blieben während zwei Monaten bei diffusem Tageslicht nd Zimmertemperatur stehen. Nach Ablauf der Versuchsdauer hatten sich in allen olben die Planktonalgen und die tychoplanktischen Algen sehr stark vermehrt. In ast allen Proben waren die Nitrate ganz verbraucht worden, in einem Teil der Proben uch die Phosphate. Somit genügte im Wasser der geprüften Seen die Zugabe von itrat und von Phosphat, um das Algenwachstum sehr zu fördern. Mit anderen Worten ommen in solchen Seen nur die Nitrate und die Phosphate als Minimumstoffe in Betracht. Unter Minimumstoff verstehen wir denjenigen lebenswichtigen Nährstoff, er durch sein geringes Vorkommen im Wasser die weitere Entwicklung von Algen ufhält.

Es darf aber nicht verschwiegen werden, dass die heute übliche mechanisch-biologische Abwasserreinigung nur einen ganz kleinen Teil der wirksamen Algennährstoffe aus dem Abwasser entfernt; im übrigen stellt die biologische Abwasserreinigung nur eine Mineralisation der im Abwasser gelösten organischen Stoffe dar. Für die Algen als autotrophe Lebewesen ist es bekanntlich ein leichtes, solche mineralische

e zur Vermehrung ihrer eigenen Körpersubstanz und damit zur Vermehrung der iduenzahl zu verwenden.
e genannten Versuche beweisen, dass in den Seen und Flüssen allein schon die nr von Stickstoff und Phosphorverbindungen genügt, um manche Arten von n zu einem sehr vermehrten Wachstum anzuregen, was indessen nachteilige n nach sich ziehen kann.

A. Voraussetzungen für die endgültige Sanierung von Seen

n Seeufern mit direkter Abwassereinwirkung können, wie wir erwähnten, durch sserreinigung rasch gewisse Verbesserungen erreicht werden. Ohne jeden fel entstehen aber die ärgsten Belästigungen und Schädigungen an Seen durch Vucherungen von Algen, von Planktonalgen und von Uferalgen (THOMAS, a, 1960b, 1961).
anktonalgen trüben das Wasser, färben es mit unschönen Farben zwischen gelb, braun oder violett. Besonders unangenehm sind Schwimmschichten von tonalgen, sowohl für Badende als auch für Bootssport und Fischerei, hässlich für Uferanwohner und Spaziergänger. Aber auch Uferalgen werden oft sehr genehm. Beim Zürichsee und bei vielen anderen Seen mit ähnlicher Düngufuhr sind die Ufersteine schon im frühen Frühjahr überzogen mit braunen, ere Zentimeter langen Zotten von Diatomeen. Etwa gleichzeitig überwuchern ophyceen (vorwiegend *Oscillatoria limosa* Ag.) alle Uferstellen, deren Ober- aus Schlamm oder Seekreide besteht; auch auf diesen schwärzlichen Flächen

Diese zähen, ausgedehnten Massen von *Cladophora*, die weite Seeflächen wie mit Tüchern überdecken, wirken direkt belästigend auf alle Menschen, die damit irgendwie in Berührung kommen. Noch schlimmer aber ist die stets wiederkehrende Schädigung des Schilfbestandes. Während bei Stürmen das Schilf früher mit dem Auf und Ab der Wellen hin und her wogte, wird es heute durch die *Cladophora*-Massen in den Grenzzonen des offenen Wassers geknickt und unter Wasser gedrückt. Oft bilden später die unter Wasser gedrückten Halme Adventivsprosse, die aber im Winter zugrunde gehen. Bemerkenswerterweise wird bei diesem Prozess auch das im Boden befindliche Rhizom der Schilfpflanzen so geschwächt, dass es im nächsten Jahr keine oder nur noch spärliche Halme bildet, die den neuen Algenmassen noch weniger Widerstand leisten können. Dadurch ist der Schilfbestand der Zürichseeufer in starkem Rückgang begriffen, was fischereilich von Nachteil und ästhetisch bedauerlich ist.

Neben der Schädigung der Schilfbestände können die *Cladophora*-Massen an den Ufern einen extremen Sauerstoffschwund hervorrufen, der sich durch Ausdünstung von Schwefelwasserstoff und anderen Zersetzungsprodukten zu erkennen gibt und im Ufergebiet zu Belästigungen führt. Warmes, windarmes Wetter mit etwas Regen und Armut an Sonnenschein fördert im Sommer das Absterben und die Fäulnis der *Cladophora*-Massen und damit das Auftreten der genannten Übelstände.

Da die Hauptmengen der grünen Fadenalgen etwa in den Monaten Juli bis August absterben, folgte bisher im Herbst eine Zeitperiode, die verhältnismässig arm an Uferalgen war. Nun hat aber das Jahr 1961 am Zürichsee eine neue Überraschung gebracht. In den Monaten September und Oktober entwickelten sich an einzelnen Uferstellen erhebliche Mengen von *Hydrodictyon reticulatum*. Die anfänglich im Wasser schwimmenden Netze dieser Alge wurden später von den Wellen auf den trockenen Strand geworfen; dort bildeten diese Algenmassen eine hässliche Grenze gegen den Seespiegel.

Massen von Planktonalgen und von Uferalgen wirken also direkt sehr nachteilig. Noch schlimmer sind die Wirkungen ihres Absterbens im See, in erster Linie die dadurch hervorgerufenen Sauerstoffminima ob Grund, im Metalimnion (eventuell im ganzen Hypolimnion) und im ufernahen Oberflächenwasser. Die aus toten Algen frei werdenden Stickstoff- und Phosphorverbindungen gelangen wieder in den Stoffkreislauf und fördern die weitere Entwicklung von Algen.

Diese Erkenntnisse erlauben eine wichtige Schlussfolgerung: nur wenn es gelingt, im eutrophen See die überreiche Produktion von Plankton- und Uferalgen wesentlich zu vermindern, kann von einer endgültigen Sanierung des Sees gesprochen werden.

B. Voraussetzungen für die endgültige Sanierung von Flüssen

Im Gegensatz zu den Verhältnissen an Seen führt die mechanisch-biologische Abwasserreinigung an Flüssen in der Regel zu einer Beseitigung des Sauerstoffmangels, wenigstens dort, wo genügend Strömung vorhanden ist. In Flüssen mit reichlich Nitraten und Phosphaten entwickeln sich aber reichlich Algen und höhere Wasserpflanzen. Wo die Strömung stark ist, sind die Belästigungen durch solche

am kleinsten. In den von Natur aus langsam fliessenden Flussstrecken ent-
n sich hauptsächlich höhere Wasserpflanzen. Eine dichte Verkrautung bedeutet
hereilicher Hinsicht Verschlechterungen und starke Beeinträchtigungen des
angs; auch der Abfluss des Wassers wird gehemmt, was zu einer Erhöhung
ttleren Wasserstandes führt. Dass Schwimmen in solchen Flüssen unmöglich
st offensichtlich.

rke Algen- und Wasserpflanzenwucherungen kleiden ein Flussbett sozusagen
nem Pelz von organischem Material aus. Die Oberfläche des Pelzes mag stän-
n frischem Wasser überflutet sein und den Tieren günstige Lebensbedingungen
Auf der Unterseite des Pelzes dagegen finden bereits Zersetzungsvorgänge
o dass dort eine sauerstoffarme Schicht entsteht. Dies gilt besonders für die
enräume zwischen Steinen, für tote Winkel und Löcher im Bachbett, aber
ür die von Fischen hergestellten Gruben für den Laich. Wo der Fischlaich
lammt, werden die Eier von Pilzen und Bakterien zerstört.

e Verschlammung des Flussbettes ist auch von Nachteil für die Beschaffenheit
rundwassers, besonders wo das Grundwasser als Trink- oder Brauchwasser
t wird. Die Ergänzung des Grundwasservorrates wird erschwert, und das aus
verschlammten Fluss hinabsickernde Wasser ist sauerstoffärmer als bei
ophen Flüssen.

onders unerwünscht sind die Pflanzendüngstoffe in Flüssen, deren Gefälle
ewinnung von Elektrizität verwendet wird. Während das Flusswasser in einer
leitung fliesst, enthält das ursprüngliche Flussbett nur noch wenig Wasser;
h ist die Kraft der Strömung gering und erlaubt dann eine besonders auffällige

Am Zürichsee werden die Abwässer des früher in den Zürichsee entwässernden eils der Stadt Zürich und der Gemeinden Kilchberg und Zollikon (total über 00000 Einwohner) seit ca. 50 Jahren in Kanalisationen aufgefangen und in den eeabfluss geleitet. Eigentliche Ringleitungen für die Abwasserableitung in den bfluss sind geplant z. B. beim Hallwilersee (Schweiz), beim Tegernsee und Schlier-e (Bayern) und neuerdings in Betrieb am Zellersee (Österreich).

Da bei Ringleitungen die Abwässer in der Regel mehrmals gepumpt werden üssen, ergeben sich betriebliche Verteuerungen. LOHR (1961) rechnet mit einem hresaufwand von 18 DM pro Einwohner. Wo der Seeabfluss wenig Wasser führt, t auf eine gründliche Abwasserreinigung besonders zu achten, weil sonst dort neute Missstände auftreten.

An grossen Seen mit langen und unregelmässigen Uferlinien und an Seen, deren uflüsse bereits düngstoffreich sind, ist eine wirksame Ableitung der Düngstoffe in en Seeabfluss mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Im folgenden sei deshalb och an andere Möglichkeiten der Bekämpfung der See-Eutrophierung erinnert.

2. Entfernung der Düngstoffe aus dem Abwasser

Es kann sich hierbei nicht darum handeln, alle Salze aus dem Abwasser zu entrnen, die als Düngstoffe in Betracht kommen. Definitionsgemäss genügt es, den linimumstoff zu entfernen, oder es kann eine Stoffelimination bei der Abwasserinigung so gelenkt werden, dass im See ein bestimmter, wichtiger Nährstoff zum linimumstoff wird. Meines Erachtens eignet sich hierzu in den mir bekannten ntersuchungsgebieten am besten das Phosphat, aus folgenden Gründen (THOMAS, 49, 1956/57):

) in oligotrophen Seen dieses Gebietes kommt Phosphat nur in sehr geringen Mengen vor;
) die natürlichen Zuflüsse dieser Seen enthalten sehr wenig Phosphat, sofern sie nicht durch menschlichen Einfluss verunreinigt sind, aber grössere Mengen von Nitrat;
) Regenwasser enthält oft grössere Mengen von pflanzlich verwertbaren Stickstoffverbindungen;
) im Wasser leben Bakterien und Blaualgen, die unter gewissen Bedingungen imstande sind, gasförmigen Stickstoff organisch zu binden;
) aus faulenden Organismenteilen kehren die Stickstoffverbindungen in höherem Prozentsatz in den Stoffkreislauf zurück als Phosphorverbindungen;
) Phosphate lassen sich aus Abwässern besser entfernen als Stickstoffverbindungen. (Über Versuche betreffend Stickstoff-Eliminierung aus Abwässern cf. BRINGMANN, 1961.)

Die Entfernung der Phosphate aus dem Abwasser ist einerseits mit Aluminiumulfat (LEA, ROHLICH and KATZ, 1954) empfohlen worden, anderseits mit Eisenhlorid (Ferrichlorid) oder einer Mischung von Eisenchlorid und Eisensulfat (THOMAS, 955b). In der mechanisch-biologischen Kläranlage in Uster am Greifensee (Schweiz) erden seit 3 Jahren 80—90% der Phosphate mit Ferrichlorid (z. T. gemischt mit

ılfat) aus dem Abwasser entfernt. Die Anlage reinigt z. Z. das Abwasser von 20000 Personen. Da von anderen Gemeinden noch ungereinigte Abwässer in e gelangen, ist seine Sanierung noch nicht beendigt.

nn in einem industriellen Betrieb sehr phosphatreiches Abwasser anfällt, soll t werden, ob dieses Abwasser landwirtschaftlich verwertet werden kann oder e Ausfällung der Phosphate im Betrieb möglich ist. Die Phosphatausfällung in Kläranlage der Gemeinde ist um so kostspieliger, je mehr Phosphate das sser enthält. Will man in einer Kläranlage während des ganzen Jahres 80—90% osphate ausfällen, so betragen die zusätzlichen Kosten im Kanton Zürich ca. — bis 5.— pro Kopf der angeschlossenen Bevölkerung, wenn man das vom benden entwickelte Verfahren verwendet (Einsparung ca. 50%).

3. Intensive fischereiliche Bewirtschaftung

veit in einem See eine Umwandlung von organischer Substanz zu Fischfleisch ch ist, findet eine nützliche Verwendung der Düngstoffe statt. Die Entfernung ischfleisch aus dem See bedeutet einen Schritt für die Abwehr der Eutrophie- THOMAS, 1944).

4. Entfernung von Algen und höheren Wasserpflanzen

an den Ufern massenhaft grüne Fadenalgen (*Cladophora*, *Rhizoclonium* u. a.) höhere Wasserpflanzen (*Potamogeton* u. a.) wuchern, empfiehlt es sich, mög-

6. Belüftung des Tiefenwassers in Seen

Versuche über die Belüftung des Tiefenwassers in Seen sind schon in Amerika und in Europa durchgeführt worden, in der Schweiz grössere Versuche am Pfäffikersee (noch nicht publiziert). Durch Einblasen von Luft ins Tiefenwasser wird dieses zusammen mit den aufsteigenden Luftblasen emporgerissen und teilweise mit dem Oberflächenwasser vermischt. Im Verlaufe des Sommers wird dabei das warme Epilimnion mächtiger und das Tiefenwasser wärmer. Da aber die Düngstoffe im See bleiben, treten doch lästige Massenentwicklungen von Algen auf, bei deren Absterben plötzlich eine Sauerstoffabnahme eintreten kann. Bei Trinkwasserversorgungen ist die hier erreichte künstliche Erwärmung des Tiefenwassers unerwünscht. Für den Fischbestand sind die dabei hervorgerufenen labilen Verhältnisse nicht ohne Gefahr.

7. Die Ableitung von Tiefenwasser

Durch die Ableitung von Tiefenwasser in den Seeabfluss mit einer Pumpe oder Heberleitung lässt sich während der Sommerstagnationszeit ein Teil der im Hypolimnion im Übermass vorhandenen Düngstoffe direkt aus dem See entfernen; gleichzeitig wird sauerstofffreies Wasser durch sauerstoffreiches ersetzt. Die Schicht des sauerstoffreichen und warmen Oberflächenwassers kann durch die Tiefenwasserableitung in erwünschter Weise etwas mächtiger gestaltet werden; eine gute Kontrolle und Regulierung des Vorganges ist möglich. Für schweizerische Seen ist dieses Verfahren vorgeschlagen, aber noch nicht durchgeführt (THOMAS, 1944, S. 194; 1948, S. 175; 1956/57, S. 207). Ein schönes Beispiel für die praktische Durchführung gibt OLSZEWSKI (1961). Damit im Epilimnion durch sekundäre Sauerstoffzehrungen nicht Schädigungen eintreten können, wird man bei einer Tiefenwasserableitung im ersten Jahr die Sprungschicht nicht allzu tief legen dürfen.

Unter den künstlichen Eingriffen in das Seegeschehen dürfte die Ableitung von Tiefenwasser den besten Erfolg erwarten lassen.

8. Frischwassereinleitung in die sauerstoffarme Seetiefe

Diese Massnahme führt zu einem ähnlichen Ergebnis wie das Einblasen von Luft in die Seetiefe. Eine Abnahme der im See enthaltenen Düngstoffe wird nicht herbeigeführt; somit ist dadurch auch keine Abnahme des Algenwachstums zu erwarten. Meines Erachtens könnte diese Massnahme nur in besonderen Fällen empfohlen werden, nicht aber als allgemeine Sanierungsmassnahme.

B. Zur endgültigen Sanierung von Flüssen

Wenn alle in einen Fluss einzuleitenden Abwässer gründlich mechanisch und biologisch gereinigt werden, dürfte sein Zustand und Reinheitsgrad wesentlich verbessert sein. Es bleiben aber wie erwähnt die durch Pflanzendüngstoffe hervorgerufenen Belästigungen und Schädigungen. Sollen wir auch die durch Düngstoffe hervorgerufenen pflanzlichen Wucherungen in unseren Flüssen beseitigen? Die mei-

Menschen, die sich in irgend einer Weise mit der Eutrophierung der Flüsse
en — seien es Wasserfachleute oder aussenstehende Beobachter — erwarten,
ie Wucherungen von pflanzlichen Organismen in den Flüssen durch Mass-
n des Gewässerschutzes weitgehend verhindert werden. Ich glaube deshalb,
llten keine Anstrengungen scheuen, die Wucherungen von Wasserpflanzen und
in Flüssen zu verhindern. Welche Mittel stehen uns an Flüssen zur Verfügung?

1. Der Schutz von Wasserfassungen oder Badeanlagen

sserfassungen oder Badeanlagen an Flüssen können in der Nähe von Ort-
en dadurch geschützt werden, dass die einzuleitenden gereinigten Abwässer
nterhalb dieser Anlagen in den Fluss geleitet werden. Damit lassen sich aber
kale Erfolge erzielen.

2. Die Entfernung der Phosphate aus dem Abwasser

die Seen haben wir bereits besprochen, dass unter den Düngstoffen die Ent-
g der Phosphate am aussichtsreichsten erscheint; aus den gleichen Gründen
hlt es sich, auch bei den in Flüsse einzuleitenden Abwässern die Phosphate
chst weitgehend zu eliminieren. Es ist zu hoffen, dass es auf diese Weise gelingt,
/achstum der Algen und Wasserpflanzen auf ein erträgliches Mass herab-
en.

Zusammenfassung

Durch Abwässer — auch wenn diese mechanisch und biologisch gereinigt sind — gelangen reichlich Düngstoffe für Algen und höhere Wasserpflanzen in die Flüsse und Seen. Die als Düngstoffe besonders wichtigen Nitrate und Phosphate stimulieren das Wachstum von Algen und höheren Wasserpflanzen, was zu mannigfaltigen Schädigungen und Belästigungen führt. Als direkte Massnahme gegen die Eutrophierung der Flüsse und Seen verspricht die gründliche Entfernung der Phosphate aus den Abwässern am meisten Erfolg. Wo in industriellen Betrieben grössere Mengen von Phosphaten ins Abwasser gelangen, sollen diese Phosphate wenn möglich schon innerhalb des Betriebes aus dem Abwasser entfernt oder die phosphatreichen Abwässer landwirtschaftlich verwertet werden. Auf einige weitere Hilfen in der Abwehr der Eutrophierung bei Seen und Flüssen wird hingewiesen. Bei der Wahl von Abwehrmassnahmen ist dem speziellen limnologischen Charakter jedes einzelnen Gewässers besonders Rechnung zu tragen.

Literatur

Gesetz betreffend die öffentliche Gesundheitspflege und die Lebensmittelpolizei vom 10. Dez. 1876; Verwaltung des Kantons Zürich.

Verordnung betreffend die Reinhaltung der Gewässer vom 1. Juni 1881; Verwaltung des Kantons Zürich.

BRINGMANN, G., 1961. Biologische Stickstoff-Eliminierung aus Klärwässern. Gesundheits-Ingenieur, 82. Jahrg., S. 233—235.

FOREL, F. A., 1901. Handbuch der Seekunde, 249 S.; Stuttgart, Verlag J. Engelhorn.

KOLKWITZ, R., 1950. Ökologie der Saprobien. Schriftenreihe des Ver. für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem, Nr. 4; Piscator-Verlag, Stuttgart.

KOLKWITZ, R. und MARSSON, M., 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. Bot. Ges., *26*, 505—519.

— 1909. Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr., *2*, S. 126—152.

LEA, W. L., ROHLICH, G. A. and KATZ, W. J., 1954. Removal of phosphates from treated sewage. Sewage and Industrial Wastes, *26*, p. 261—275.

LOHR, M., 1961. Gewässerschutzbestrebungen des Landes Bayern. Verband Schweizerischer Abwasserfachleute, Verbands-Bericht Nr. 71/1, 195.

OLSZEWSKI, P., 1961. Versuch einer Ableitung des hypolimnischen Wassers aus einem See. Verh. Int. Verein Limnol., XIV, 855—861.

SAWYER, CLAIR N., 1944. Biological engineering in sewage treatment. Sewage and Industrial Wastes, *16*, p. 925—935.

— 1952. Some new aspects of phosphates in relation to lake fertilisation, Sewage and Industrial Wastes, *24*, p. 768—776.

— 1954. Factors involved in disposal of sewage effluents to lakes. Sewage and Industrial Wastes, *26*, p. 317—328.

THOMAS, E. A., 1944. Über Massnahmen gegen die Eutrophierung unserer Seen und zur Förderung ihrer biologischen Produktionskraft. Schweiz. Fischereizeitung, 8 S. Nr. 7/8.

— 1948. Limnologische Untersuchungen am Türlersee. Schweiz. Z. f. Hydrol. Vol. XI, S. 90—177.

— 1949. Regionallimnologische Studien an 25 Seen der Nordschweiz. Verh. Int. Ver. Limnol., *10*, S. 489—495.

— 1953. Zur Bekämpfung der See-Eutrophierung: Empirische und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis der Minimumstoffe in 46 Seen der Schweiz und angrenzender Gebiete. Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- und Wasserfachmännern, Nr. 2/3, 15 S.

s, E. A., 1955a. Über die Bedeutung der abwasserbedingten direkten Sauerstoffzehrung in n. Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- und Wasserfachm., Nr. 5, S. 119—129.
5b. Phosphatgehalt der Gewässer und Gewässerschutz. Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- und sserfachm., Nr. 9/10, 16 S.
6/57. Der Zürichsee, sein Wasser und sein Boden. Jahrbuch vom Zürichsee, S. 173—208.
0a. Sauerstoffminima und Stoffkreisläufe im ufernahen Oberflächenwasser des Zürichsees *adophora*- und *Phragmites*-Gürtel). Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- und Wasserfachm., Nr. 6, .
0 b. Rotalgenrasen und Blaualgenteppiche im Zürichsee. Vierteljschr. Natf. Ges. Zürich, *105*, 297—305.
1. *Hydrodictyon recticulatum* und seine Beziehung zur Saprobität im Zürichsee und in der tt. Vierteljschr. Natf. Ges. Zürich, *106*, S. 225—235.
2. Zink im Trinkwasser als Algengift *(Cladophora* und *Rhizoclonium)*. Archiv für Mikrologie.

Über einige interessante Reptilienfunde in der libyschen Wüste

Von

HANS SCHNURRENBERGER (Zollikon/Zürich)

Es ist manchmal erstaunlich, wie vegetationslose, abgelegene Wüstengebiete Reptilien noch Lebensraum bieten können. Obschon sich die Herpetofauna der libyschen Sahara auf die Oasen, die steppenartigen Vegetationsgebiete und die ausgetrockneten Flussläufe (Uadis), also auf Gebiete mit mehr oder weniger Pflanzenwuchs, konzentriert, kann es vorkommen, dass an Stellen, wo keine Lebensbedingungen vorhanden zu sein scheinen, Reptilien oder deren Spuren gefunden werden. Ich möchte hier vor allem vier bemerkenswerte Fundorte beschreiben (cf. Abb. 5):

1. 16° 15′ E 26° 10′ N-«Sargberg» (Abb. 1)

An der Piste zwischen Tmessa und Uau el Kebir steht mitten in der flachen Wüste ein Hügel von ca. 20 m Höhe ohne Namen. Mindestens 20 km im Umkreis sind völlig vegetationslos. Der Hügel wurde von uns «Sargberg» bezeichnet, da er eine wichtige Pistenmarkierung darstellte und die Form eines Sarges wiedergibt. Ich stiess

Abb. 1. «Sargberg» — vegetationsloser Hügel im zentralen Fezzan. Fundort von *Psammophis schokari*.

Abb. 2. Fundstelle einer *Psammophis schokari* auf dem höchsten Punkt des «Sargberges». Der K der Schlange steckte in der Höhle rechts unten im Bild, die offenbar ein Aufenthaltsort von Vög war.

Abb. 3. Dor el Gani. Fundort von *Aspis cerastes* und *Psammophis schokari*. Die Hornvipern so Sandrennattern wurden alle direkt unter den obersten Steinplatten am Rande des Hochplate gefunden.

Abb. 4. Uadi im Graret Sceccar. Biotop von *Tarentola mauritanica*, *Stenodactylus sthenodact* und *Eremias rubropunctata*.

dort auf eine Schlangenspur und fing auf dem höchsten Punkt auf einer Steinplatte eine *Psammophis schokari* (Forskal). Das Tier war so wohlgenährt, wie ich noch selten eine Schlange in Freiheit und schon gar nicht in der Wüste fing. Echsen waren offenbar keine vorhanden, hingegen diente der Hügel als Aufenthaltsraum von Vögeln. Als ich die Sandrennatter fing, war sie eben auf der Lauer; der Körper lag auf der Steinplatte, während der Kopf zwischen zwei Platten in Richtung einer Höhle steckte. Später hob ich eine Steinplatte in der Nähe hoch und fand dort eine Menge Exkremente mit Vogelfedern. Offenbar wohnte die Schlange unter diesem Stein, den sie nur verliess, um ca. 1 m daneben in einer Höhle einen Vogel zu holen und zu verschlingen. Bei späteren Besuchen fand ich erneut Spuren, jedoch gelang es mir nicht mehr, weitere Tiere zu fangen. Es mussten dort aber, nach den Spuren zu urteilen, noch mehrere Sandrennattern leben.

2. 16° 00′ E 25° 30′ N-el Mehershema (Abb. 2)

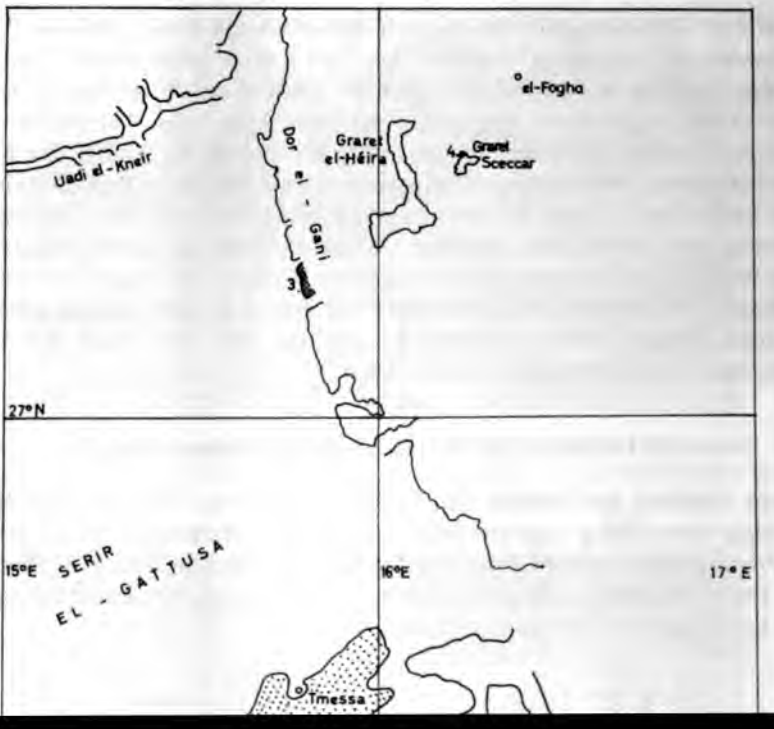
Dieser Fundort liegt östlich des Gebel ben Gnema. Der Ort und die weitere Umgebung waren völlig vegetationslos. Unter einer Steinplatte fand ich rein zufällig einen *Tropiocolotes nattereri* Steindachner (s. PASTEUR, Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc. no. 8, 1960: 143—145). Die ganze nähere Umgebung wurde daraufhin untersucht, jedoch kein weiteres Lebewesen gefunden.

3. 27° 20′ E 15° 50′ N-Dor el Gani (Abb. 3)

Dor el Gani ist der Rand eines Hochplateaus. Die erwähnte Stelle liegt etwa 30 km E der Hauptpiste, die von Bir el Gaf (ca. 100 km S Sokna) nach Uau el Kebir führt. Die Vegetation ist sehr kärglich (einige wenige ganz dürre niedrige Büsche auf dem Plateau). Im Widerspruch zu meinen bisherigen Beobachtungen, nach welchen Sandvipern nur in Vegetationsgebieten vorkommen, entdeckte ich direkt unterhalb des Randes des Hochplateaus Vipernspuren, die unter grossen Felsplatten verschwanden. Mit Hilfe von Wagenhebern gelang es mir, einige dieser Platten zu lösen und 3 *Aspis cerastes* (Linnaeus) zu erbeuten. Im selben Biotop lebten auch *Psammophis schokari*. Da sich in unmittelbarer Umgebung ein Ölbohrungscamp befand, konnte ich die Luftfeuchtigkeit mehrerer Tage kontrollieren, die, wie bei allen gemessenen Fundorten von *Aspis*, vor Sonnenaufgang (= grösste Aktivität) über 50% betrug. Echsen fand ich keine in der Umgebung, hingegen Vogel- und Mäusespuren.

4. 16° 15′ E 27° 35′ N-Graret Sceccar (Abb. 4)

Das Graret Sceccar ist eine Senke von 50—100 m Tiefe. Die Länge N–S beträgt ca. 10 km, die Breite zwischen 3 und 5 km. Die Vegetation ist mässig und nur sporadisch. Spärliche Funde von folgenden Echsen: *Tarentola mauritanica* (Linnaeus), *Stenodactylus sthenodactylus* (Lichtenstein) und *Eremias rubropunctata* (Lichtenstein). Alle Tiere waren auffallend mager. Im ganzen Graret schien nichts auf das Vorkommen von Hornvipern hinzuweisen mit Ausnahme eines kleinen Armes von ca. 500 m


el-Fogha
Uadi el-Kneir
Dor el - Gani
Graret el-Héira
Graret Sceccar
3
4
27°N
15°E
SERIR EL - GATTUSA
16°E
17° E
Tmessa

Länge und 100 m Breite, der mir jedoch räumlich viel zu klein erschien, als dass sich dort eine Vipern-Population halten konnte. Der Raum enthielt im Gegensatz zum ganzen übrigen Graret überraschend hohen Pflanzenwuchs, der aus ca. 5 Akazien bestand, und war mit 2—5 m hohen Sanddünen durchsetzt, die letzte als Abschluss des Armes gegen das Graret. In diesem kleinen Lebensraum fand ich tatsächlich 2 *Aspis cerastes* und entdeckte die Spur einer Natter, vermutlich *Lytorhynchus diadema diadema* (Duméril, Bibron & Duméril), die ich jedoch nicht bis ans Ende verfolgen konnte. Im 15 km weiter westlich gelegenen Graret el Héira wurde von Dr. KLITZSCH eine solche Schnauzennatter gefangen. Die Vipern waren ebenso auffällig mager wie die dort gefangenen Echsen. Leider konnte ich nur eine einzige Nacht hier verbringen, so dass ich sowohl auf Feuchtigkeitsmessungen wie fotografische Aufnahmen verzichten musste.

Vorzugstemperatur, Temperaturwahl und Temperaturabhängigkeit der Bewegungsaktivität bei Drosophila subobscura und Drosophila obscura

Von

WALTER LEUTHOLD

Aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich

Einleitung

In Ausbreitungsversuchen mit *Drosophila subobscura* und *Drosophila obscura* im Laboratorium haben KOCH und BURLA (1962) nachgewiesen, dass neben andern Faktoren die Temperatur die Ausbreitungsleistung der beiden Arten in unterschiedlicher Weise beeinflusst. Es ergab dies die Veranlassung zu prüfen, ob sich die beiden Arten hinsichtlich der Temperaturpräferenda oder in ihren Reaktionen auf die Grenztemperaturen des normalen Aktivitätsbereiches unterscheiden. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, wurden die nachfolgend beschriebenen Versuche ausgeführt. Diese sollten vor allem ein differenzierteres Bild über die Temperaturabhängigkeit der beiden Arten vermitteln; daher wurde nicht nur mit zwei Versuchstemperaturen, sondern in zwei von drei Versuchsanordnungen mit einer gleitenden Temperaturskala innerhalb eines breiten Bereiches gearbeitet.

Herrn Prof. Dr. H. BURLA danke ich für die Überlassung des Themas und für zahlreiche Beratungen.

Bestimmung der Vorzugstemperatur in einer Temperaturorgel

In einer ovalen Temperaturorgel (Abb. 1) wurden die beiden Arten einem Temperaturgefälle von ca. 10--30 C ausgesetzt. Die Temperaturmessung erfolgte mit einem elektrischen Kontaktthermometer an der Oberfläche der Temperaturorgel. Die Versuchskammer wurde jeweils mit 100 Fliegen einer Art beschickt; Zählungen erfolgten in Intervallen von 3 oder 10 Minuten. Nach jeder Zählung wurden die Temperaturorgeln geschüttelt und dadurch die Fliegen zu einer Neuverteilung angeregt.

In zahlreichen Versuchen ergaben sich bei grossen Streuungen für beide Arten

ernd gleiche Mittelwerte von ca. 19° C. Das kalte Ende der Temperaturorgel sich als Kältefalle; wurden die in diesem Bereich, d. h. in den zwei untersten eraturklassen immobilisierten Fliegen aus der Berechnung weggelassen, so nten die mittleren Vorzugstemperaturen bei beiden Arten ca. 21° C. Diese geben die natürlichen Verhältnisse wohl besser wieder, doch sind auch in n Fall die Mittelwerte nicht gesichert verschieden und die Streuungen recht

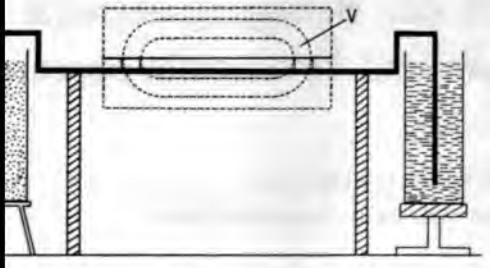
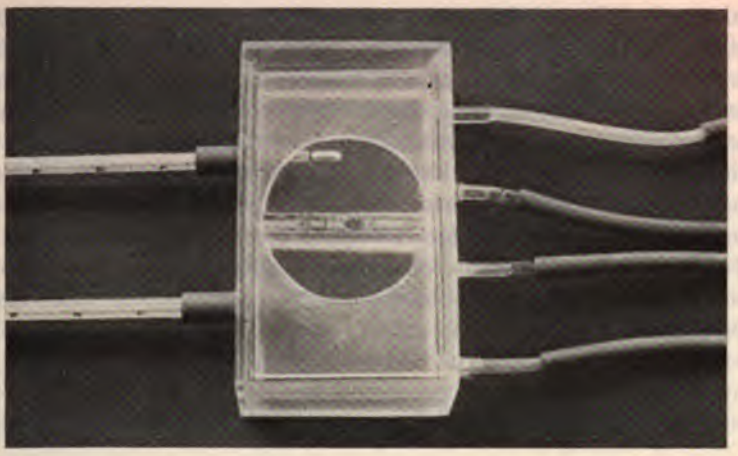


Abb. 1. Temperaturorgel: Wärmeleitung in Seitenansicht. Links Behälter mit Trockeneis, rechts Wasserbad auf Heizplatte, beide verbunden durch 2 mm starke Kupferplatte. Punktiert Arena in Aufsicht, grösste Länge 20 cm, Breite 8 cm, Höhe 1 cm. Breite der ovalen Versuchskammer (V) 2 cm, Abdeckung durch Glasplatte.

n Interesse ist die Beobachtung, dass im kalten Teil der Arena bei *D. obscura* ert mehr Fliegen bewegungslos blieben als bei *D. subobscura*, wie folgende überstellung zeigt:

	2 unterste Klassen	8 übrige Klassen	
D. obscura	188	312	(zusammengefasst



b. 2. Wahlapparat: von Wasser durchströmtes Plexiglaskästchen, durch isolierende Zwischen-
ıd in zwei Kammern unterteilt. Länge 12 cm, Breite 7 cm. In der Mitte der kreisförmige Ver-
hsraum von 6 cm Durchmesser und 2,5 mm Höhe. Links zwei Thermometer, rechts zwei Zuleitungen und zwei Ableitungen.

elle 1 Prozentuale Verteilung der Fliegen auf beide Temperaturfelder bei Temperaturunterschieden von 10° C (Serie 1—3) und 5° C (Serie 4—7). N = Anzahl Versuche pro Serie.

Serie	N	Temperatur	*D. obscura*	*D. subobscura*
1	30	10°	65,67	45,77
		20°	34,33	54,23
2	30	15°	66,00	73,57
		25°	34,00	26,43
3	30	20°	85,00	74,00
		30°	15,00	26,00
4	25	10°	59,36	32,53
		15°	40,64	67,48
5	25	15°	56,28	49,04
		20°	43,72	50,96
6	20	20°	71,40	73,15
		25°	28,60	26,85
7	30	20°	54,47	74,37
		25°	45,53	25,63

Diese Ergebnisse bestätigen somit die in der Temperaturorgel gewonnenen Erfah-
ıgen. Die Unterschiede zwischen den beiden Arten in der Besetzung der Tempera-
felder von 10° und 20° C bzw. 10° und 15° C sind hoch gesichert.
In den Serien 2 und 5 zeigen beide Arten ähnliche Verteilungen. Dies trifft ferner für die Serien 3 und besonders 6.

Die Zahlen sind Durchschnitte aus zahlreichen Ablesungen in Abständen von 5 Minuten, wobei nach jeder Zählung die Fliegen durch Schütteln zu einer Neuverteilung veranlasst wurden. Diese Methode erlaubt, die zeitlich aufeinander folgenden Ablesungen auf Heterogenität zu prüfen. Gesicherte Heterogenität wurde nur in Serie 1 für beide Arten, in Serie 3 und 7 für *D. obscura* festgestellt.

Versuche mit getrennten Geschlechtern zeigten, dass in solchen Wahlversuchen die beiden Geschlechter nicht übereinstimmend reagieren. Auf eine Wiedergabe der zum Teil nicht einheitlichen Resultate wird jedoch verzichtet.

Die Resultate der besprochenen Wahlversuche liefern keine verlässlichen Angaben über die mittlere Vorzugstemperatur, doch eignen sie sich für eine vergleichende Beurteilung der Temperaturtoleranz.

Aktivitätsmessungen bei verschiedenen Temperaturen

Eine dritte Versuchsanordnung wurde gewählt zur Messung der Bewegungsaktivität der Fliegen in Abhängigkeit von der Temperatur. Ergebnisse in bezug auf diese Fragestellung brachte schon die Arbeit von KOCH und BURLA (1962), doch sollte nun die Bewegungsaktivität direkt gemessen werden, nicht indirekt als Ausbreitungsleistung; ferner sollten die Aktivitätsänderungen in einer gleitenden Temperaturskala verfolgt werden.

Eine Apparatur, die solche Messungen ermöglicht, ist ein Unruhemesser (Tarachometer) nach Dr. U. A. CORTI, Zürich, hergestellt von der Firma Viterra, Elektronische Geräte, Wallisellen/ZH. Er wurde an Fischen und anderen Tieren erprobt und später vor allem für den Menschen ausgebaut (CORTI und WEBER 1949, CORTI 1959). In entgegenkommender Weise stellte Herr Dr. CORTI die umfangreiche Apparatur während eines Monats zur Verfügung, wofür ich ihm an dieser Stelle den besten

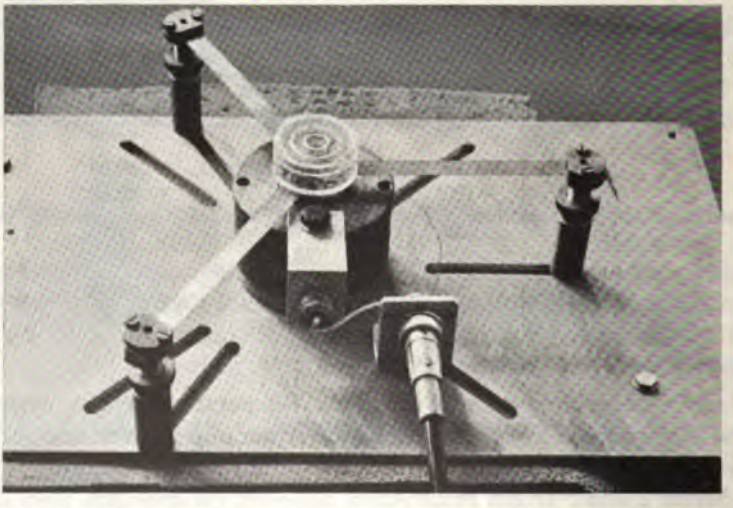


Abb. 3. Reaktionstisch für Unruhemessung, mit Plexiglasdose als Tierbehälter.

Dank bezeugen möchte. Seinem Mitarbeiter, Herrn M. DIETIKER, danke ich für die wertvolle Hilfe in technischer Hinsicht, die er mir mehrfach zukommen liess.

Auf dem Reaktionstisch, einer elastisch gelagerten, in vertikaler Richtung beweglichen Tauchspule (Abb. 3), wurden jeweils 50 Fliegen einer Art geprüft. Die Bewegungen der Fliegen verursachten Erschütterungen der Versuchsdose und damit der Tauchspule; die dadurch induzierten Spannungsänderungen wurden über ein elektronisches Vergrösserungssystem (Vergrösserung ca. 20000 fach) einem Rechengerät zugeführt. Dieses besteht aus einem Integrator, der für ein beliebig wählbares Zeitintervall den Inhalt der von der Unruhekurve und der Nullinie eingeschlossenen Fläche bestimmt. Die Registrierung des Messergebnisses erfolgt durch ein elektronisches Zählgerät; ausserdem kann der Verlauf der Unruhe an einem Kathodenstrahloszillographen verfolgt werden. Die visuelle Beobachtung der Ausgangsspannung ist deshalb unerlässlich, weil aus Form, Amplitude und Frequenz ihres Bildes am Oszillographen hervorgeht, ob es sich um Bewegungsaktivität der Versuchstiere

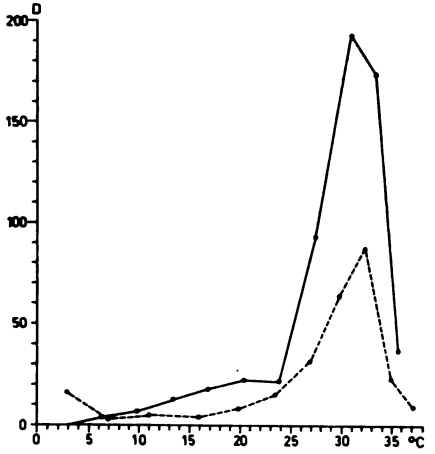


Abb. 4. Bewegungsaktivität von *D. subobscura* (gestrichelt) und *D. obscura* (ausgezogene Kurve) bei verschiedenen Temperaturen. Ordinate: Differenz zwischen Durchschnittswert aus 3 Messungen und entsprechendem Leerwert.

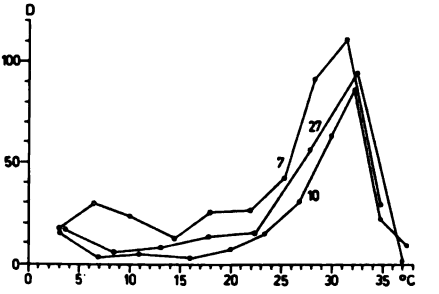


Abb. 5. Bewegungsaktivität in Abhängigkeit von der Temperatur bei *Drosophila subobscura*. Die Zahlen bei den Kurven geben das Alter der geprüften Imagines in Tagen an.

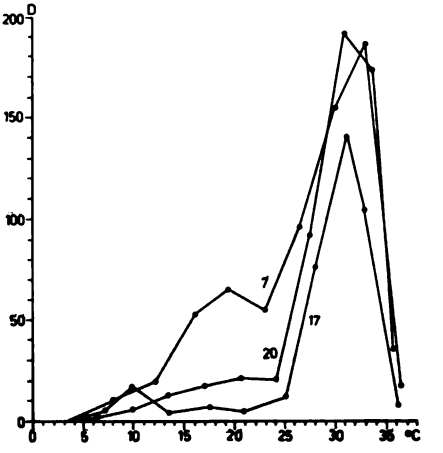


Abb. 6. Bewegungsaktivität in Abhängigkeit von der Temperatur bei *Drosophila obscura*. Die Zahlen bei den Kurven geben das Alter der geprüften Imagines in Tagen an.

ım exogene Störungen handelt. Solche Störungen waren auch während der , da die Experimente vorsichtshalber ausgeführt wurden, stets vorhanden; sie sich aber durch geeignete technische Massnahmen leicht ausschalten.

Versuche wurden in einem auf 3° C eingestellten Kühlraum durchgeführt, rch die Ausgangstemperatur gegeben war. Die Temperaturerhöhung bis ca. erfolgte in Stufen von jeweils etwa 4° C in einem Thermostaten im Verlaufe —5 Stunden. Gemessen wurde jeweils nach einer auf jeden Erwärmungsschritt den Reaktionszeit von rund 5 Minuten. Dazwischen wurden Leerwerte be-t, die im Verlauf der Versuchszeit etwas schwankten. Die Differenz zwischen Mittelwert aus drei Messungen (je über 100 Sek.) und dem entsprechenden ert wurde graphisch aufgezeichnet.

b. 4 zeigt je eine ausgewählte Kurve für *D. obscura* und *D. subobscura*. In den 5 und 6 sind für jede Art drei Kurven dargestellt.

arakteristisch für alle Kurven von *D. subobscura* ist die Lage des ersten Mess-es bei 3° C, der im Gegensatz zu *D. obscura* durchwegs deutlich über der ssenachse als Nullniveau liegt. Dies bedeutet, dass *D. subobscura* bei 3° C bewegungsfähig ist, während *D. obscura* bei dieser Temperatur in völlige Kälte-verfallen ist. Dieser Befund stimmt mit den bisherigen Ergebnissen überein.

r weitere Verlauf der Kurve ist bei beiden Arten gekennzeichnet durch einen h geringer Aktivitätsänderungen, dem dann bei etwa 25° C ein steiler Anstieg worauf die Kurve nach einem Gipfel bei 31°—32° C ebenso steil wieder gegen ullinie hin abfällt. Beim Kurvengipfel handelt es sich um einen atypischen twert, dessen Lage und die Übereinstimmung bei beiden Arten in unserem

Bei *D. obscura* bestehen anderseits grosse Unterschiede im Gesamtbetrag der Aktivität (Abb. 8). Nicht nur zeigen die Männchen einen viel höheren Gipfelwert, sondern auch der Verlauf der Kurve unterscheidet sich wesentlich von demjenigen bei den Weibchen. Bei den Männchen setzt ein starker Anstieg der Kurve bereits bei

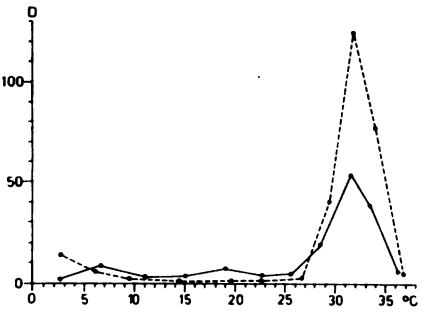


Abb. 7. Bewegungsaktivität von 50 Männchen (ausgezogen) und 50 Weibchen (gestrichelt) von *Drosophila subobscura*. 10 Tage alte Fliegen.

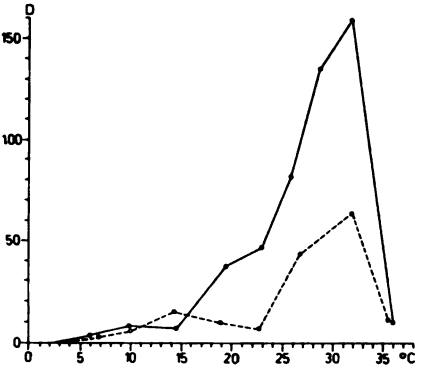


Abb. 8. Bewegungsaktivität von 50 Männchen (ausgezogen) und 50 Weibchen (gestrichelt) von *D. obscura*. 15 Tage alte Fliegen.

etwa 15° C ein, während die Weibchen das gleiche Muster zeigen wie die Proben mit gemischten Geschlechtern. Bei den Männchen lässt sich also bei Abwesenheit der Weibchen ein anderes Aktivitätsmuster im Sinne eines Unruheverhaltens feststellen. Dieser Befund stimmt überein mit dem Ergebnis von KOCH und BURLA (1962), wonach sich die Männchen von *D. obscura* sowohl bei 18° C als auch bei 25° C stärker ausbreiten als die Weibchen. Bei *D. subobscura* wurden dagegen keine solchen Geschlechtsunterschiede gefunden.

Die beschriebenen Versuche lassen erkennen, dass Änderungen der Bewegungsaktivität bei wechselnder Temperatur nach einem spezifischen Muster erfolgen, das sowohl von Art zu Art wie auch bei Männchen und Weibchen verschieden sein kann.

Diskussion und Zusammenfassung

Die Ergebnisse aller erwähnten Versuche zeigen unter anderem, dass *Drosophila subobscura* noch bei tieferen Temperaturen aktiv ist als *D. obscura*. Diese Befunde im Laborversuch stehen in Einklang mit faunistischen Beobachtungen an den beiden Arten. So steigt zum Beispiel *D. subobscura* in den Alpen höher hinauf als *D. obscura* (BURLA 1951). In Nordeuropa besteht allerdings nach den bisher vorliegenden Fangergebnissen ein Widerspruch in dieser Hinsicht, indem *D. subobscura* noch nie innerhalb des Polarkreises gefunden wurde, wohl aber *D. obscura* (BASDEN 1956, BASDEN und HARNDEN 1956).

Doch erweist sich im allgemeinen *D. subobscura* hinsichtlich Vorkommen und Biotopwahl entschieden euryöker als *D. obscura*. Vor allem reagiert die Art auf

Änderungen von Umweltfaktoren weniger empfindlich als *D. obscura*. Nähere Angaben zu diesen Feststellungen finden sich bei BURLA (1951), BURLA und GREUTER (1959 a, b), BURLA (1961), KOCH und BURLA (1962).

In der mittleren Vorzugstemperatur konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Arten gefunden werden; für die ökologische Valenz spielt aber der Mittelwert eine untergeordnete Rolle. Von Bedeutung ist vielmehr die Temperaturtoleranz, d. h. der Temperaturbereich, innerhalb dessen die Art eine normale Aktivität zeigt. Als Mass für die Temperaturtoleranz kann bei geeigneter Versuchsanordnung die Streuung der mittleren Vorzugstemperatur dienen.

Temperaturwahl und Bewegungsaktivität hängen von verschiedenen endogenen Faktoren ab, so von Geschlecht, Alter und physiologischer Konstitution (Ernährungszustand) der Versuchstiere. Da zwischen Bewegungsaktivität und Dispersion eine enge Korrelation besteht, ist auch die Dispersion dem Einfluss der genannten Faktoren unterworfen.

Literatur

BASDEN, E. B., 1956: Drosophilidae (Diptera) within the Arctic Circle. I. General Survey. Transact. Royal Entomol. Soc. of London, Vol. 108, S. 1—20.

BASDEN, E. B. and HARNDEN, D. G., 1956: Drosophilidae (Diptera) within the Arctic Circle. II. The Edinburgh University Expedition to Subarctic Norway 1953. Transact. Royal Entomol. Soc. of London, Vol. 108, S. 147—162.

BURLA, H., 1951: Systematik, Verbreitung und Ökologie der *Drosophila*-Arten der Schweiz. Rev. Suisse de Zool. 58, S. 23—175.

— 1961: Jahreszeitliche Häufigkeitsänderungen bei einigen schweizerischen *Drosophila*-Arten. Rev. Suisse de Zool. 68, S. 173—182.

BURLA, H. und GREUTER, M., 1959a: Vergleich des Migrationsverhaltens von *Drosophila subobscura* und *Drosophila obscura*. Rev. Suisse de Zool. 66, S. 272—279.

— 1959b: Einige Komponenten des Ausbreitungsvorganges bei *Drosophila*. Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich 104, S. 236—246.

CORTI, U. A., 1959: Erschütterungsmessungen am Lebenden. Schweiz. med. Wochenschrift 89, S. 577—595.

CORTI, U. A. und WEBER, M., 1949: Die Matrix der Fische. II. Untersuchungen über die Vitalität von Fischen. Schweiz. Zschr. f. Hydrologie XII, S. 9—16.

KOCH, R. und BURLA, H., 1962: Ausbreitungsleistungen von *Drosophila subobscura* und *Drosophila obscura* im Laboratoriumsversuch. Rev. Suisse de Zool.

Versuche mit Plankton-Test-Loten im Baldeggersee

Schlußteil, vom 13. Mai bis 14. Oktober 1958

Von

E. A. THOMAS (Zürich)

Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand Dr. M. STAUB

A. Vorwort

Über den ersten Teil dieser Versuche berichteten wir im Jahrgang 104 der Vierteljahrsschrift, Festschrift STEINER 1959, S. 330—340. Den Organen des Schweizerischen Bundes für Naturschutz, dessen Eigentum der See ist, danken wir für die Benützungsbewilligung von Bootshaus und Laboratorium am Baldeggersee, ebenso den Herren Direktor ED. EICHENBERGER und Sekundarlehrer J. BUSSMANN für die freundliche Erlaubnis zum Benützen ihrer Boote.

Die Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich ermöglichte uns wertvolle Materialanschaffungen, und der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung gewährte einen Kredit zur Anstellung eines Assistenten; beiden Organisationen danke ich sehr für die Förderung dieser Untersuchungen. Die Arbeiten auf dem See und im Laboratorium erfolgten unter der Mitarbeit der limnologischen Abteilung des kantonalen Laboratoriums Zürich, speziell der Herren Techniker W. SCHNEEBELI und Laboranten M. SPRING und A. WEIDMANN.

B. Exposition von Plankton-Test-Loten

5. Exposition vom 13. bis 28. Mai 1958 (15 Tage)

a) Versuchsanordnung

Wie bei der dritten und vierten Exposition befanden sich auch diesmal zwei Bojensysteme auf dem See; alle Lote hatten eine Länge von 7 m. In der Versuchsreihe waren wieder ein helles und ein dunkles Lot ohne alle Zutaten aufgehängt. Über den Seezustand am Tage der Probenahme orientierten die Proben aus dem

Abnahme von *Oscillatoria rubescens* im freien See ist leicht dadurch zu
en, dass ein Teil der Algen aufrahmte und durch den Wind ans Ufer geschoben
. Tatsächlich befand sich am Ostufer eine vom Westwind zusammengetriebene,
re Zentimeter dicke, rotbraune Algenschicht. Die Lote enthielten im obersten
eter einige fahl-blaugrüne Knäuel von *Oscillatoria*, allerdings weniger auffällig
Vormonat. Wie aber erklärt sich die Zunahme der Fäden in den Loten; han-
s sich um echte Vermehrung, oder ist ein Teil der Fäden durch die unten
n Lote emporgestiegen? Diese Frage kann erst bei der vergleichsweisen Bear-
g aller verschiedenen Expositionen behandelt werden.

gilaria crotonensis fand sich im See-Lot (sofort) in einer Menge von durch-
lich 163 Kolonien pro ml, in den exponierten Loten dagegen nur in durch-
lich 1 bis 7 Kolonien. Ähnliche Verhältnisse gelten für *Asterionella* mit durch-
lich 38 Zellen im See-Lot (sofort) und nur 1 bis 5 Zellen in den exponierten
Von einer planktischen *Mougeotia* zählten wir im See-Lot (sofort) durchschnitt-
1 Zellen, in den exponierten Loten 7 bis 21 Zellen, im P-Lot 85 Zellen. Die
werte für *Ankistrodesmus* und die grünen Kugelalgen sind in Tab. 15 aufge-
und zeigen, dass diesmal *Ankistrodesmus* im Dunkeln verschwand, sich aber
exponierten Loten, besonders im P-Lot, gut entwickelte; weniger gross waren
terschiede im Auftreten der kugeligen Grünalgen. Das Auszählen der letzteren
te allerdings erhebliche Schwierigkeiten, da z. B. die Zellen im N-Lot im
einen grösser als im P-Lot und teilweise auch unter dem Einfluss von Pilzen
mpen zusammengeballt waren.

Abbauerscheinungen, sogar erhöht, was übrigens auch für den Ammoniakgehalt gilt. Während die Nitrate und Nitrite verschwanden, war der Ammoniakgehalt diesmal im N-Lot etwas höher als im PN- und P-Lot und als im See. Nicht ganz in Einklang stehen die hohen p_H-Werte im N- und PN-Lot, aber gleichzeitig kleinere Sauerstoffproduktion und Kalkfällung als im See. Im dunklen Lot machten sich Sauerstoffzehrung und p_H-Erniedrigung deutlich bemerkbar, indem die höhere Wassertemperatur offenbar im Dunkeln einen rascheren Abbau erlaubte (Tab. 16 und 17).

Tabelle 17 Sauerstoffgehalt des Test-Lot-Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (7. Exposition, 28. Juni 1958).

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0,5	9,33	7,58	13,42	8,47	9,71	9,18
1,5	9,41	5,63	14,14	8,27	8,78	12,00
2,5	8,23	5,56	14,62	7,20	8,85	11,80
3,5	7,06	4,87	13,90	6,78	8,00	9,70
4,5	7,11	5,56	14,37	7,48	7,73	9,22
5,5	7,55	6,18	13,38	8,80	8,88	8,92

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 10. bis 25. Juni 1958

Im freien See hatten in der Expositionsperiode trotz geringerem Algengehalt gegenüber den Loten kräftigere Veränderungen im Wasserchemismus stattgefunden. Anderseits hatte die Massenentwicklung von *Ankistrodesmus* im P-Lot keinen grösseren Einfluss auf den Wasserchemismus. Das N-Lot fiel durch vollständigen Verbrauch der zugesetzten Nitrate und rege Lebenstätigkeit auf.

8. Exposition vom 25. Juni bis 8. Juli 1958 (13 Tage)

a) Versuchsanordnung

Nachdem bei den bisherigen Versuchen stets ein sehr starker Stickstoffverbrauch stattfand und Phosphate im Seewasser in ansehnlicher Menge zur Verfügung standen, entschlossen wir uns dazu, im N-Lot und PN-Lot die zugesetzte Menge von Nitratlösung zu verdoppeln (200 ml), im P-Lot und PN-Lot dagegen nur noch halb soviel Phosphatlösung zuzugeben (50 ml; vgl. auch 3. Exposition, THOMAS, 1959, S. 336).

Bei Temperaturbestimmungen mit Kippthermometer fanden wir am Nachmittag des 8. Juli einen Temperaturverlauf mit weniger mächtigem Epilimnion als am 25. Juni (Tab. 18).

Da in der Expositionsperiode stärkere Stürme stattfanden, sind diese Unterschiede in der Lage der Sprungschicht offenbar auf sturminduzierte Sprungschichtneigungen zurückzuführen. Leider war bei Ende der Expositionsperiode das PN-Lot durch Sturm abgebrochen, konnte aber durch einen Froschmann wieder gehoben

Tabelle 18 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 8. Juli 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	21,1	6	11,6
1	19,8	7	10,6
2	19,6	8	9,7
3	19,6	9	8,9
4	16,2	10	8,8
5	13,4		

. Als weitere Folge des Sturmes missglückte das Auffangen von Becher-nten. Bei späteren Expositionen banden wir deshalb die Plasticbecher zum gen der Sedimente am durchlöcherten Boden der Test-Lote fest.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

smal waren die Rohre hauptsächlich aussen von einer gallertig-braunen Masse gen, besonders in Tiefen von 4 bis 6 m. Die mikroskopische Untersuchung iese Masse vorwiegend als Gemisch von Bakterien und *Oscillatoria*-Fäden en, neben *Fragilaria crotonensis* und anderen Planktern, auch Zooplanktern liozooen, ferner *Spirogyra*-Fäden; bei späteren Expositionen trat eine derartige iche Verschleimung der Rohre nicht mehr auf.

hrend dieses Versuches exponierten wir erstmals gleichzeitig auch Glasflaschen, r die Exposition vom 8. bis 22. Juli 1958 angegeben (THOMAS, 1961, S. 140).

Tabelle 20 Fäden von *Oscillatoria rubescens*, Kolonien von *Fragilaria crotonensis* und Zellen von *Mougeotia*, *Ankistrodesmus* und grünen Kugelalgen pro ml in Versuchsflaschen (8. Expositionsperiode).

	helle Flasche	dunkle Flasche	P-Flasche	PN-Flasche	N-Flasche
Oscillatoria	66	104	14	9	321
Fragilaria (Kol.)	746	184	1 880	742	1 234
Mougeotia (Zell.)	3 950	310	64	740	5 150
Ankistrodesmus	0	0	0	0	0
grüne Kugelalge	2 460	5 652	51 496	56 520	6 220

Flasche waren die meisten Algen abgestorben, so dass die dortigen Zahlen nicht ohne weiteres mit den anderen verglichen werden dürfen. Im übrigen fällt auf, dass *Oscillatoria* in allen Flaschen stark zurückging, am wenigsten in der N-Flasche; die Fäden haben sich grossenteils aufgelöst wie durch Krankheit oder anderes Absterben. Unerwartet war die starke Vermehrung von *Fragilaria crotonensis*, im Gegensatz zum See und den Loten, und das Wachstum von *Mougeotia*. Hingegen ist ganz unklar, wieso *Ankistrodesmus* ausfiel. Bei den grünen Kugelalgen handelt es sich sicher um verschiedene Arten, z. T. *Oocystis*-artige, z. T. klumpenweise oder einzeln vorkommende kleinste μ-Algen.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

Über den Chemismus des Test-Lot-Wassers orientiert Tab. 21, über den Sauerstoffgehalt in den einzelnen Schichten Tab. 22 und über die exponierten Flaschen Tab. 23.

Im freien See war die Sauerstoffproduktion und Kalkfällung nicht nur intensiver als im dunklen und hellen Lot (Tab. 21), sondern übertraf auch die Ergebnisse des

Tabelle 21 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (8. Exposition, 8. Juli 1958).

Untersuchung	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	N-Lot
p_H-Wert	7,97	7,82	8,16	—	8,38
PO_4 mg/l	<0,04	0,10	<0,02	0,10	<0,03
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,78
NO_2 mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,11
NH_3 mg/l	0,04	0,115	0,085	0,057	0,043
Härte, franz.°	17,75	18,21	15,46	17,88	17,75
Sauerstoff mg/l	5,90	5,41	12,95	7,2	10,48

P- und N-Lotes. Im dunklen Lot ist der erhöhte Phosphatgehalt ein Anzeichen der Zersetzungsvorgänge, im P-Lot spricht der restliche Phosphatgehalt dafür, dass zu dieser Zeit Stickstoff Minimumstoff war. Anderseits war das zugegebene Nitrat diesmal im N-Lot auch im Oberflächenwasser nicht voll aufgezehrt. Das Abbrechen des PN-Lotes verhindert eine gründlichere Beurteilung.

Betrachtet man das Bild der Sauerstoffverteilung über verschiedene Schichten in den Test-Loten, so ergibt sich eine bereits früher gefundene Gesetzmässigkeit: in den

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	Se (so
0,5	7,55	6,74	12
1,5	6,12	5,33	13,
2,5	5,48	4,52	13,
3,5	5,18	4,52	13,.
4,5	5,33	5,56	—
5,5	5,77	5,82	11,8

Tabelle 23 Chemismus des Versuchsflaschen-Wassers,

Untersuchung	helle Flasche	dunkle Flasche	P-F
p_H-Wert	8,4	8,1	8
PO_4 mg/l	$<0,02$	0,05	0,
NO_3 mg/l	$<0,05$	$<0,05$	$<0,$
NO_2 mg/l	$<0,005$	$<0,005$	$<0,($
NH_3 mg/l	0,04	0,19	0,(
Härte, franz.°	16,25	16,25	16,(

d) Zusammenfassung über die Exposition von

In den Loten fand hauptsächlich an der Obe
Oscillatoria-Fäden statt, die möglicherweise aus tiefe
(Fallenwirkung?). Bemerkenswert ist, dass in den l
auffallend verschiedene Biocoenosen entwickelten,
Ausgangswasser gleich war. Die Algenvermehrung ir
Dass gerade *Ankistrodesmus*, eine Alge der Kleinge
widerspricht den Erwartungen.

gesunken war, möglicherweise eine Beschädigung durch Badende; indessen scheint es, dass die Untersuchungsergebnisse nicht darunter litten. — Wegen nachmittags einbrechendem Sturm konnten wir die Seewassertemperaturen in 0 bis 10 m Tiefe nicht messen.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

Die Aussenwände der Lote waren weniger von Organismenschleim überkleidet als bei der früheren Exposition; wir fanden reichlich Spirillen, farblose Flagellaten, *Anthophysa vegetans*, Heliozoen, *Nassula*, *Vorticella* und Ciliaten, Kalk und Planktonreste.

An Algen war ausser *Oscillatoria rubescens* nur die früher erwähnte *Mougeotia* von Bedeutung, wie aus Tab. 24 hervorgeht.

Tabelle 24 Fäden von *Oscillatoria rubescens* und Mittelwerte für *Mougeotia* (Zellen) pro ml (9. Exposition).

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0—1	650	1 420	130	280	150	110
1—2	660	1 110	220	430	140	75
2—3	630	770	250	610	180	140
3—4	730	780	710	360	160	135
4—5	920	740	1 090	590	190	150
5—6	910	930	720	720	440	360
(6—7)	(710)	(630)	(610)	(610)	(220)	(230)
Mittel 0—6	750	958	520	498	210	162
Mougeotia (Zell.)	12	2	22	42	16	176
Bechersedimente, pro cm²:						
Oscillatoria	16 250	39 600	—	53 200	—	32 300
Mougeotia	1 060	3 200	—	1 650	—	11 550
Fragilaria (Kol.)	4 700	8 750	—	19 200	—	21 500

Nur im dunklen Lot war bei dieser Exposition *Oscillatoria* aufgerahmt, bei den anderen Loten fand sich das Maximum in 4 bis 5 m Tiefe. In den stickstoffreichen Loten war die Fädenzahl sogar kleiner als im freien See. Noch unklar ist, warum *Oscillatoria* in den in 50 cm Tiefe eingehängten Flaschen in der Expositionsperiode ganz verschwand (THOMAS, 1961, S. 142) und sich sogar auflöste, so dass nur noch vereinzelte Reste übrigblieben.

Im ganzen war die Algenentwicklung in diesem Untersuchungsabschnitt bescheiden, hingegen traten im See und in den Loten häufig Schleimklümpchen von Bakterien auf; der Durchmesser dieser planktischen Bakterienkolonien schwankte zwischen 5 und 30 μ.

Bechersedimente:

Ausser den in Tab. 24 aufgeführten Algen war auch die im Plankton zu dieser Zeit seltene *Asterionella formosa* zu finden, sowie *Anabaena planctonica*. Bei einem

Vergleich des Kieselalgengehaltes des freien Wassers und der Bechersedimente drängt sich die Vermutung auf, dass zwar zu dieser Zeit eine ziemlich rasche Vermehrung der Diatomeen vorhanden war, dass aber ihre Lebensdauer nur kurz war.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

Eine erste Orientierung über die Beschaffenheit des Oberflächenwassers in den Test-Loten haben wir für diese Exposition bereits an anderer Stelle gegeben (THOMAS, 1961); in Tabelle 25 sind die Mittelwerte aufgeführt und in Tab. 26 die Sauerstoffgehalte der einzelnen Schichten.

Tabelle 25 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (9. Exposition, 22. Juli 1958).

Untersuchung	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
p_H-Wert	7,84	7,76	8,14	7,94	8,18	8,14
PO_4 mg/l	<0,02	0,05	<0,02	<0,03	<0,02	<0,02
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
NO_2 mg/l	<0,005	0,015	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
NH_3 mg/l	0,058	0,130	0,058	0,045	0,053	0,047
Härte, franz.°	18,17	18,00	15,38	16,42	14,54	14,67
Sauerstoff mg/l	3,46	3,16	11,61	5,17	8,49	7,85

Tabelle 26 Sauerstoffgehalt des Test-Lot-Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (9. Exposition, 22. Juli 1958).

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	(sofort) See-Lot	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0,5	5,62	6,56	12,95	6,77	8,98	8,78
1,5	4,11	3,78	13,12	5,51	8,63	8,39
2,5	3,11	1,70	13,02	4,98	9,00	8,00
3,5	2,74	1,70	13,16	4,80	8,66	7,74
4,5	2,59	2,04	11,73	4,82	8,66	7,47
5,5	2,59	3,20	5,68	4,12	7,00	6,71

Interessanterweise war der Nitrat- und Phosphatverbrauch in allen Loten ausser dem dunklen vollständig. Das verdunkelte Seewasser hatte wieder Phosphat und Ammoniak freigegeben. Betrachtet man p_H-Wert und Sauerstoffgehalt als Indikatoren für die Lebenstätigkeit, so steht das dunkle Lot ebenfalls am ungünstigsten da, bald gefolgt vom hellen Lot, in welchem der Mangel an Nährstoffen die Algenentfaltung hintanhielt.

Dank windreichem Wetter und damit verbundenen Strömungen fand im freien See eine regere Lebenstätigkeit statt als in den Loten. In den Loten mit Nitrat- und Phosphat-Zusatz dürfte die Lebenstätigkeit in der ersten Hälfte der Expositionszeit grösser gewesen sein, worauf im Anschluss an den Düngstoffverbrauch und gefördert durch die erhöhten Wassertemperaturen Absterbeerscheinungen mit ihren Folgen eintraten.

Im Chemismus der Versuchsflaschen fallen nach dieser Exposition noch grössere Unterschiede auf, wie Tab. 27 zeigt.

Tabelle 27 Chemismus des Versuchsflaschen-Wassers, 0,5 m Tiefe (9. Expositionsperiode).

Untersuchung	helle Flasche	dunkle Flasche	P-Flasche	PN-Flasche	N-Flasche
p_H-Wert	8,35	7,8	8,65	>9,0	8,2
PO_4 mg/l	<0,02	0,06	0,05	<0,02	<0,02
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	10,0	18,0
NO_2 mg/l	<0,005	0,005	<0,005	0,32	0,18
NH_3 mg/l	0,04	0,25	0,04	0,18	0,24
Härte, franz.°	14,25	14,75	11,25	6,50	12,00
Sauerstoff mg/l	8,41	8,19	13,8	39,18	12,20

Der ursprüngliche Härtegrad des für diesen Versuch verwendeten Wassers blieb in der dunklen Flasche mit 14,75 unverändert und auch in der hellen Flasche fast gleich. Wie bei den Expositionen der dunklen Lote wurde auch in der dunklen Flasche Phosphat und Ammoniak freigesetzt. Phosphat-Zusatz oder Nitrat-Zusatz vermochten zwar die Lebenstätigkeit (sc. Sauerstoffproduktion) in den Flaschen bereits stark anzukurbeln; weit grösser war jedoch die Wirkung bei gemeinsamer Zugabe beider Düngstoffe.

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 8. bis 22. Juli 1958

Während dieser Hochsommerperiode wurden die zugegebenen Düngstoffe sowohl in den Loten als auch in den Flaschen gierig aufgezehrt, wobei im P-Lot Stickstoff und im N-Lot Phosphor zum Minimumstoff wurde. Das warme Wasser förderte aber nicht nur den Aufbau organischer Stoffe, sondern auch deren Abbau, was besonders im dunklen und hellen Lot und in der dunklen und hellen Flasche ohne Nährstoffzusatz bei Versuchsende erkennbar war.

10. Exposition vom 22. Juli bis 5. August 1958 (14 Tage)

a) Versuchsanordnung

Für die Lote gilt die gleiche Versuchsanordnung wie bei der 8. Exposition, jedoch mit Bechersedimenten; hingegen gingen infolge eines Missgeschickes (Bojendefekt) die Flaschenversuche verloren.

Der See hatte sich bis zum 5. August schon stark erwärmt, wie Tab. 28 zeigt.

Tabelle 28 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 5. August 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	23,4	6	14,0
1	22,8	7	12,9
2	21,9	8	9,8
3	21,8	9	9,6
4	16,7	10	8,2
5	14,6		

Eine ausgeprägte Sprungschicht lag zwischen 3 und 5 m Tiefe, Bedingungen, wie sie für Test-Lot-Versuche sehr günstig sind.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

Neben *Oscillatoria rubescens* spielten andere Planktonalgen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Über die Verteilung dieser Alge gibt Tab. 29 Auskunft.

Tabelle 29 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (10. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0—1	408	528	200	188	98	408
1—2	432	460	228	164	141	364
2—3	412	432	360	324	200	412
3—4	504	380	996	432	240	420
4—5	520	520	1 424	512	300	436
5—6	484	392	448	340	240	280
(6—7)	(284)	(308)	(200)	(204)	(168)	(144)
Mittel 0—6	460	452	609	327	206	387
Fragilaria (Kol.)	2	1	28	1	0	2
Mougeotia (Zell.)	7	0	7	22	4	145
Anabaena (Fäden)	16	7	25	2	12	6
Ceratium	0	0	13	0	0	2
Bechersedimente, pro cm^2:						
Oscillatoria	5 190	5 800	—	5 650	5 100	5 150
Mougeotia	1 430	220	—	430	360	1 260
Fragilaria	6 900	5 600	—	7 000	4 750	6 950

Im freien See befand sich am 5. Aug. 1958 das *Oscillatoria*-Maximum deutlich zwischen 4 und 5 Meter Tiefe. In den Loten war das Maximum in der gleichen Tiefe markiert, jedoch nicht so ausgeprägt wie im freien See. Am schwächsten trat die Schichtung im dunklen Lot hervor, in welchem diesmal wieder ein leichtes Aufrahmen zu beobachten war. Andere Algen hatten sich im See ebenfalls besser entwickelt als in den Loten, ausgenommen *Mougeotia* im N-Lot.

Bechersedimente:

Verglichen mit der gesamten *Oscillatoria*-Menge des Epilimnions war die Zahl der in den Loten abgesunkenen Fäden klein. Die meisten der in den Sedimentbechern aufgefangenen *Oscillatoria*-Fäden waren von einem Pilz geschädigt (Oomycet); ein ähnliches Absinken von verpilzten Fäden hatten wir früher im August im Zürichsee beobachtet. Neben Organismenresten enthielten die Bechersedimente wieder reichlich Kalkkristalle. *Fragilaria crotonensis*, im freien See mit durchschnittlich 28 Kolonien pro ml vorhanden, verschwand grösstenteils aus den Loten durch Absinken. Die gleiche Bemerkung gilt weitgehend für *Anabaena planctonica*, *Mougeotia*, *Synedra* und *Asterionella*.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

Bei Ende der 10. Expositionsperiode lag eine auch im Chemismus erkennbare Schichtung des Test-Lot-Wassers vor mit Sprungschicht zwischen 4 und 5 Metern.

Im Hinblick auf Vergleiche mit früheren und späteren Expositionen führen wir in Tab. 30 ebenfalls nur die Mittelwerte der chemischen Untersuchungen auf, in Tab. 31 jedoch auch die Sauerstoffgehalte der einzelnen Schichten.

Bei Beginn dieser Expositionsperiode lag im See zwischen 0 und 6 m Tiefe eine mittlere Härte von 15,38 franz.° vor (cf. See-Lot, sofort, vom 22. Juli 1958). Diese Zahl darf als Ausgangswert für das Test-Lot-Wasser der 10. Exposition gelten. Bei weiterer biochemischer Kalkfällung war also während der 10. Exposition in den Loten mit Assimilationstätigkeit eine weitere Enthärtung zu erwarten. Diese Enthärtung trat nun aber in keinem Lot ein, obschon die Härte im Wasser des See-Lotes (sofort) am 5. August nur noch 13,96° franz. H. betrug (Tab. 30).

Tabelle 30 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (10. Exposition, 5. Aug. 1958).

Untersuchung	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
p_H-Wert	7,73	7,66	8,08	7,57	7,92	7,64
PO_4 mg/l	<0,02	0,08	<0,02	0,10	<0,02	<0,02
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,73	3,80
NO_2 mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,007	0,32	0,36
NH_3 mg/l	0,042	0,173	0,050	0,058	0,057	0,065
Härte, franz.°	16,67	16,96	13,96	17,12	15,96	17,21
Sauerstoff mg/l	3,68	1,93	11,22	1,65	5,91	2,98

Recht interessant war in dieser Periode das Verhalten der Phosphate. Bei Beginn der Exposition war die im Wasser gelöste Phosphatmenge minimal; im PN-Lot verschwand die zugegebene Menge praktisch vollständig. Auch im P-Lot trat eine starke Abnahme ein, doch blieben diesmal noch 0,10 mg/l Phosphat im Wasser. Noch grösser als bei der 9. Exposition war die Phosphatfreigabe im dunklen Lot, wo auch der Ammoniakgehalt einen höheren Wert erreichte als bei der vorherigen Exposition. Indessen war der Phosphatgehalt bei Beginn dieses Versuches im See derart niedrig, dass im N-Lot bei Versuchsende noch ein grosser Teil der Nitrate zurückblieb.

Der mittlere Sauerstoffgehalt war in allen Loten am 5. August unerwartet niedrig, am niedrigsten im P-Lot und im dunklen Lot (Tab. 30). Während am 5. August der Sauerstoffgehalt im See in 1,5 m Tiefe maximal war, enthielt das Wasser in allen Loten an der Oberfläche am meisten Sauerstoff (Tab. 31).

Tabelle 31 Sauerstoffgehalt des Test-Lot-Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (10. Exposition, 5. Aug. 1958).

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0,5	7,78	6,97	13,46	4,92	11,23	6,45
1,5	5,48	1,16	14,43	2,10	6,09	4,20
2,5	3,11	0,68	13,83	0,79	3,67	2,06
3,5	1,83	1,02	12,39	0,53	9,97	2,58
4,5	1,73	0,68	9,60	0,25	2,36	1,87
5,5	2,16	1,07	3,61	1,31	2,16	1,55

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 22. Juli bis 5. Aug. 1958

Diese Versuchsperiode war gekennzeichnet durch eine starke Abnahme der Phytoplankter in den Loten; ein Teil dieser Algen war in den Bechersedimenten wieder auffindbar. Von den im Wasser gelösten Nährstoffen wurde der grösste Teil verbraucht; merkliche Reste der Zusätze blieben im P-Lot und im N-Lot erhalten. Auffallend stark war die Abnahme des Sauerstoffgehaltes in den Loten. Wir fragen uns, ob möglicherweise bei Wellengang etwas Tiefenwasser in Form von turbulenten Strömungen in die Lote getrieben wurde, ein Problem, das weiterer Abklärung bedarf.

11. Exposition vom 5. bis 21. August 1958 (16 Tage)

a) Versuchsanordnung

Bei dieser Exposition erhielten das N-Lot und das PN-Lot je 200 ml Nitratlösung, das P-Lot und das PN-Lot 100 ml Phosphatlösung. Über die Flaschenversuche dieser Versuchsperiode haben wir bereits berichtet (THOMAS, 1961), nicht aber über die biologische und chemische Beschaffenheit der tieferen Schichten in den Loten.

Während das Seewasser am 5. August erst in den obersten ca. drei Metern gut erwärmt war, hatte in dieser Berichtsperiode eine weitere Wärmeaufnahme stattgefunden, indem nun auch die 4-m-Schicht auf über 21° C erwärmt war, wogegen das Oberflächenwasser als Folge der sturmbedingten Duchmischung eine kühlere Temperatur zeigte, wie aus Tab. 32 hervorgeht.

Tabelle 32 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 21. August 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	21,8	6	11,6
1	21,8	7	10,2
2	21,7	8	10,1
3	21,7	9	9,8
4	21,6	10	9,1
5	15,6		

Beim Vergleich der Tab. 28 und 32 erkennt man ausser einer Verlegung der Sprungschicht von 3—4 auf 4—5 m Tiefe auch eine Temperaturabnahme in 6—7 m Tiefe, was wohl auf windbedingte Strömungen (interne Wellen) zurückzuführen ist.

Leider brach bei dieser Exposition während eines Sturmes das helle Lot ab, so dass die entsprechenden Werte fehlen. Bei Abschluss des Versuches waren die Aussenwände der Lote mit einem kalk- und algenreichen Schlamm überzogen, in dem wir reichlich *Oscillatoria rubescens*, *Fragilaria crotonensis*, andere Plankter und auch uferbewohnende Diatomeen fanden. An der Aussenwand eines Lotes hatte sich besonders reichlich *Hydra fusca* entwickelt.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

Gemäss Tab. 33 dominierte im freien See und im dunklen Lot auch bei der 11. Exposition *Oscillatoria rubescens*, in der Sprungschicht (4—5 m) ein Maximum bildend, das auch im P-Lot und im N-Lot leicht markiert war, nicht aber im PN-Lot. Im dunklen Lot erfolgte wieder ein gewisses Aufrahmen, während im P-Lot und N-Lot die im Oberflächenwasser etwas erhöhten Zahlen durch Fadenzerfall zustande kamen und somit keine quantitative Bedeutung haben.

Tabelle 33 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (11. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0—1	730	645	326	316	394
1—2	675	825	250	309	220
2—3	540	875	375	315	340
3—4	545	980	450	280	380
4—5	560	900	510	320	470
5—6	540	590	360	315	450
(6—7)	(580)	(500)	(345)	(370)	(260)
Mittel 0—6	598	802	378	309	376
Fragilaria (Kol.)	10	32	10	6	6
einzellige Grünalgen	wenig	wenig	43 458	13 942	130 624
Mougeotia (Zell.)	25	48	30	55	120
Bechersedimente, pro cm^2:					
Oscillatoria	520	—	945	530	535
Fragilaria	1 840	—	2 020	1 865	1 885
Mougeotia	60	—	46	28	24
Synedra	54	—	31	48	61

Während andere Planktonalgen im freien See und im dunklen Lot nur in sehr geringen Mengen auftraten, hatten sich in allen drei Loten mit Nährstoffzusätzen massenhaft einzellige Grünalgen entwickelt, nämlich im P-Lot *Selenastrum* und kugelige μ-Algen, im PN-Lot neben kugeligen μ-Algen auch *Oocystis* und im N-Lot fast ausschliesslich *Selenastrum*. Dass diese Algen im PN-Lot durch die Phosphor- und Stickstoff-Düngung zu starker Vermehrung angeregt wurden, ist verständlich; hingegen ist unklar, wieso auch blosse Stickstoff- oder blosse Phosphordüngung stimulierend wirkten. Die grössten Zahlen für solche Algen fanden wir in den obersten drei Metern. In den lichtärmeren tieferen Schichten traten *Selenastrum* und *Oocystis* zugunsten der kugeligen μ-Algen zurück. Möglicherweise wäre hier die Ausnützung von im Wasser gelösten organischen Stoffen in Betracht zu ziehen (cf. auch RODHE, 1955, S. 117—122).

Betreffend die gleichzeitig in 50 cm Tiefe eingehängten Versuchsflaschen (cf. THOMAS, 1961) sei hier zusammengefasst, dass *Oscillatoria rubescens* nur in der dunklen Flasche einigermassen erhalten blieb, in den übrigen vier Flaschen aber weitgehend bis fast vollständig der Zersetzung anheim fiel; an ihre Stelle traten

reichlich *Fragilaria crotonensis*, *Ceratium hirundinella* (13 bis 349 Zellen pro ml) und *Mougeotia*-Fäden.

Bechersedimente:

Die in den Loten gewonnenen Bechersedimente (Tab. 33) gaben keinen zahlenmässig genauen Aufschluss über das Verschwinden von *Oscillatoria*-Fäden; vielmehr muss angenommen werden, dass in den hellen Loten ein Teil der Fäden — wie in viel grösserem Masse in den exponierten Flaschen — durch autolytische Zersetzung verloren ging. *Fragilaria crotonensis* nahm bei der 11. Exposition in allen Loten ab und war in reichlichen Mengen in den Sedimenten zu finden, während *Synedra* und *Mougeotia* einen kleinen Anteil ausmachten.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

Der Verlust des hellen Lotes während der Versuchsperiode erschwert die Beurteilung des Wasserchemismus in den übrigen Loten; vor allem ist unsicher, wie weitgehend diesmal die Veränderungen in den drei Loten mit Nährstoffzusätzen tatsächlich von der Stickstoff- und Phosphorzugabe abhängig sind.

Da die Sprungschicht gemäss Tab. 32 am 21. August zwischen 4 und 5 m Tiefe lag, reichte der unterste Teil der 7 m langen Lote immer noch bis in eine Tiefe unterhalb der Sprungschicht. In den obersten 6 Metern war der p_H-Wert wieder niedriger als im See-Lot. Während freie Phosphate nicht einmal mehr in den Loten mit P-Zugabe vorhanden waren, fanden wir im dunklen Lot wieder eine deutlich nachweisbare Phosphatmenge, die offenbar der Zersetzung von organischem Material entsprang, wofür auch der in diesem Lot stark erhöhte Ammoniakgehalt sprach.

Von den zugesetzten Nitraten blieb im N-Lot ein auffälliger Rest unverbraucht, wogegen im PN-Lot als Folge der vorhandenen Phosphate eine annähernd vollständige Nitratzehrung eintrat. Dass unter den exponierten Loten das PN-Lot das weichste Wasser enthielt, geht mit dem starken Stickstoff- und Phosphorverbrauch und der Algenproduktion parallel. Nitrite entstanden nicht nur durch Nitratreduktion in den beiden Loten mit Nitratzusatz, sondern auch im nitratfreien dunklen Lot durch beginnende Ammoniakoxydation.

Bezüglich des Sauerstoffgehaltes überraschte diesmal das P-Lot mit niedrigsten Werten, aber auch das PN-Lot erreichte den im See vorhandenen Sauerstoffgehalt nicht (Tab. 34 und 35). Zur Prüfung der Sauerstoffzehrung des Seewassers stellten

Tabelle 34 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (11. Exposition, 21. Aug. 1958).

Untersuchung	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
p_H-Wert	7,67	8,28	7,57	8,0	7,73
PO_4 mg/l	0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
NO_3 mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,4	2,42
NO_2 mg/l	0,021	< 0,005	< 0,007	0,300	0,530
NH_3 mg/l	0,160	0,052	0,058	0,045	0,067
Härte, franz.°	16,92	13,33	16,12	14,46	15,96
Sauerstoff mg/l	3,05	9,30	2,12	4,34	3,33

Tabelle 35 Sauerstoffgehalt des Test - Lot - Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (11. Exposition, 21. Aug. 1958).

Tiefe in m	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot	BSB_{14} (See)
0,5	6,97	10,41	6,46	8,70	7,48	5,92
1,5	4,07	9,97	2,62	5,59	4,46	5,01
2,5	2,38	10,31	0,79	5,00	3,10	5,41
3,5	2,04	9,81	0,80	2,93	1,81	5,97
4,5	1,07	9,87	0,76	2,09	1,87	5,02
5,5	1,78	5,42	1,31	1,73	1,29	—

wir Wasserproben aus den verschiedenen Tiefen im Laboratorium im Dunkeln bei 20° C auf. Der so erzielte biochemische Sauerstoffbedarf (BSB_{14}) des Wassers erwies sich nach Tab. 35 als beträchtlich und lässt die Sauerstoffabnahme im Wasser der Lote verständlicher erscheinen.

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 5. bis 21. Aug. 1958

Im Gegensatz zur vorangehenden Periode trat bei dieser Exposition eine reichhaltige Phytoplankton-Entwicklung ein, vorwiegend einzellige Grünalgen, deren quantitative Erfassung allerdings durch Auszählen wenig befriedigend ist (grosse Grössenunterschiede). Der Gehalt an Fäden von *Oscillatoria rubescens* bewegte sich im Rahmen des Vormonates. Während *Fragilaria crotonensis* in den Loten stark zurückging, war ein Teil der verschwundenen Algen in den Bechersedimenten wiederzufinden. Eine parallel verlaufende Untersuchung über die im See absinkende Diatomeenmenge (mittels Sedimentmesspfanne, THOMAS, 1950) wäre im Verlauf dieser Exposition von besonderem Interesse gewesen.

12. Exposition vom 21. August bis 2. Sept. 1958 (12 Tage)

a) Versuchsanordnung

Da die in den Vormonaten zugesetzten Nährstoffmengen ganz oder weitgehend aufgezehrt worden waren, erhöhten wir die Zugabe gegenüber der 11. Exposition von 200 auf 400 ml Nitratlösung und von 100 auf 200 ml Phosphatlösung. Über die gleichzeitig angelegten Flaschenversuche berichteten wir an anderer Stelle (THOMAS, 1961).

Tabelle 36 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 2. Sept. 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	22,7	6	18,0
1	22,6	7	16,8
2	21,4	8	14,0
3	20,1	9	13,0
4	19,2	10	11,3
5	18,6		

Die Wassertemperaturen boten am 2. Sept. insofern ein verändertes Bild, als zwischen 2 und 4 m Tiefe als Folge von Sprungschichtneigungen oder internen Wellen kühleres Wasser vorhanden war, wogegen in den tieferen Schichten als Folge vermehrter turbulenter Strömungen eine Wärmezunahme eintrat, wie aus dem Vergleich von Tab. 32 und 36 hervorgeht.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

Bei der 12. Exposition trat die eigenartige Erscheinung ein, dass die Menge der *Oscillatoria*-Fäden in allen Loten ausser dem hellen und ausser dem freien See (See-Lot, sofort) stark abnahm; abgesehen von der zahlenmässigen Reduktion waren die restlichen Fäden im Durchschnitt kürzer, und ein Teil davon schien abgestorben. Anderseits ist offensichtlich, dass in den Bechersedimenten (Tab. 37) nur ein kleinster

Tabelle 37 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (12. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
0—1	1 105	226	460	164	317	240
1—2	895	139	455	170	216	215
2—3	655	167	810	205	228	220
3—4	635	187	1 670	150	236	246
4—5	580	245	1 010	270	216	366
5—6	405	243	395	305	236	388
(6—7)	(420)	(222)	(310)	(320)	(300)	(292)
Mittel 0—6	712	201	800	211	242	279
Fragilaria (Kol.)	1	0	8	0	0	0
Ceratium hirundinella	0	0	12	0	0	0
einzellige Grünalgen	15 449	3 768	7 913	78 249	34 791	62 423
Mougeotia (Zell.)	21	1	12	5	15	13
Bechersedimente, pro cm^2:						
Oscillatoria	790	415	—	650	710	1 100
Fragilaria	1 960	1 750	—	1 540	1 850	1 800
Synedra	172	115	—	92	110	116
Mougeotia	40	40	—	12	30	14

Bruchteil der verschwundenen Fäden aufgefangen worden ist. Das Aussehen der noch vorhandenen Fäden und die nur geringe Fädenzahl im Sediment sprechen dafür, dass während der zwölftägigen Exposition vom 21. Aug. bis 2. Sept. rund drei Viertel der ursprünglich im dunklen Lot und in den Nährstoff-Loten vorhandenen *Oscillatoria*-Fäden der Zersetzung anheimfielen; das Wasser im hellen Lot dagegen verhielt sich in dieser Beziehung ähnlich wie im freien See.

Zur gleichen Zeit war *Fragilaria crotonensis* stark zurückgegangen, *Ceratium hirundinella* war nur im freien See vorhanden und *Mougeotia* trat in den Hintergrund. Massenhaft hatten sich indessen einzellige Grünalgen entwickelt, am wenigsten im dunklen Lot und im See-Lot (sofort).

dimente:

eschaffenheit der Sedimente der fünf Lote unterschied sich diesmal nicht zlich; im dunklen Lot mit dem grössten *Oscillatoria*-Verlust enthielt das t am wenigsten *Oscillatoria*-Fäden, eine Folge der Zersetzung dieser Fäden. len der im Sediment gefundenen Diatomeen unterlagen weniger Schwan-

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

$_H$-Werte lagen im Oberflächenwasser der Lote (Tab. 38) niedriger als in den aten, erreichten aber im See-Lot (sofort) und in den drei Loten mit Nährtzen Werte von p_H 8,0 bis 8,6. In allen Loten waren die Phosphatzusätze

Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (12. Exposition, 2. Sept. 1958).

ig	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot
	7,72	7,64	7,94	7,69	7,92	7,98
	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,75	4,98
	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,583	0,358
	0,103	0,185	0,050	0,053	0,077	0,060
nz.°	13,96	14,25	14,12	14,08	13,92	13,25
mg/l	1,61	2,56	8,33	2,75	4,19	3,81

ucht. Von den Nitratzusätzen blieben im PN-Lot und N-Lot noch Reste auch Nitrite hatten sich dort gebildet. Ammoniak war wieder in grösster m dunklen Lot entstanden, reichlich auch im hellen Lot, dessen Wasser hend wenig Sauerstoff enthielt. Die Werte für die Karbonathärten sprechen ıss einerseits die Assimilationstätigkeit des Planktons im Abnehmen begriffen anderseits durch beginnende Teilzirkulationen schon etwas härteres Wasser tieferen Schichten ins Epilimnion eingemischt wurde.

die Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse im See und in den Loten t Tab. 39. Nur in den obersten drei Metern des Seelotes (sofort) war eine rung des Sauerstoffgehaltes zu verzeichnen. Abgesehen von den Loten mit satz enthielt schon das Oberflächenwasser in den Loten wenig Sauerstoff.

Sauerstoffgehalt des Test-Lot-Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (12. Exposition, 2. Sept. 1958).

helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	P-Lot	PN-Lot	N-Lot	BSB_{14} (See)
2,59	5,33	11,93	5,23	8,42	6,97	3,58
2,59	3,20	11,80	3,93	6,35	6,30	2,96
1,83	2,72	12,48	2,62	4,67	4,13	4,06
0,91	2,38	9,03	1,87	2,67	3,10	6,32
0,86	1,02	3,79	1,02	1,31	1,60	4,97
0,86	0,71	1,03	1,84	1,73	0,77	6,72

Die im Dunkeln stattfindende Sauerstoffzehrung des Seewassers erwies sich innerhalb von 14 Tagen wieder als sehr beträchtlich (Tab. 39).

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 21. Aug. bis 2. Sept. 1958

Diese Versuchsperiode ist charakterisiert durch eine Zunahme kleinster einzelliger Grünalgen und einen Rückgang der übrigen Plankter, einschliesslich *Oscillatoria rubescens*. Diese kleinsten Grünalgen vermochten im See und in den Loten einen offensichtlich Einfluss auf den Wasserchemismus auszuüben; sie hamsterten reichlich Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Wie im Vormonat war die Sauerstoffzehrung des Seewassers, gemessen am BSB_{14} sehr beträchtlich; in den Loten war aber die Sauerstoffzehrung (möglicherweise als Folge der Wasserbewegungen) noch grösser.

Die aus den Loten verschwundenen Kolonien von *Fragilaria* fanden sich in den Bechersedimenten wieder.

13. Exposition vom 2. bis 16. September 1958 (14 Tage)

a) Versuchsanordnung

In den letzten drei Versuchsserien des Jahres 1958 (Expositionen 13 bis 15) waren wir bestrebt, einige weitere Verwendungsmöglichkeiten der Plankton-Test-Lote abzutasten, so dass wir auf die weitere Durchführung des vorherigen, starren Untersuchungsprogrammes verzichteten.

Nach der 13. Exposition setzten wir wie üblich das See-Lot (sofort), um im oben abgepumpten Wasser den Zustand des Sees beim Ende der 13. Exposition zu erfassen. Bei den exponierten fünf Loten wurde indessen das darin befindliche Wasser verdrängt durch warmes Oberflächenwasser, indem wir davon je Rohr 50 Liter oben hineingossen. Das helle und das dunkle Lot blieben ohne besondere Zusätze. Von den drei weiteren durchsichtigen Loten erhielt eines 100 ml einer Phytoplanktonanreicherung, bestehend weit vorwiegend aus 49 500 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml, ein anderes eine Zooplanktonanreicherung, bestehend aus 34 Planktonkrebschen pro ml *(Daphnia, Cyclops, Leptodora)* und ein drittes ebenfalls 100 ml dieser Zooplanktonanreicherung, aber zusätzlich noch 200 ml Phosphatlösung und 400 ml Nitratlösung.

Analog dazu befestigte ich im See fünf Flaschen (650 ml Inhalt) mit Oberflächenwasser: hell und dunkel je ohne Zusatz, ferner je eine Flasche mit 40 ml Phytoplank-

Tabelle 40 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 16. Sept. 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	21,2	6	15,0
1	20,4	7	14,0
2	19,9	8	12,8

tonanreicherung und ebensoviel Zooplanktonanreicherung, ferner mit 20 ml Phosphatlösung, 40 ml Nitratlösung und 40 ml Zooplanktonflüssigkeit.

Nach den Wassertemperaturen zu beurteilen, herrschte am 16. Sept. 1958 im See noch eine für den Hochsommer typische Schichtung, was aus Tab. 40 hervorgeht. Immerhin hatte sich das Oberflächenwasser in den letzten vierzehn Tagen um 1,5° C abgekühlt und auch im restlichen Teil des Epilimnions war als Folge von Strömungen eine gewisse Abkühlung erfolgt. Da aber zwischen Oberfläche und 7 m Tiefe eine Temperaturdifferenz von rund 6° C vorlag, war in den Test-Loten mit einer stabilen Schichtung zu rechnen.

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

In dieser Versuchsperiode fanden wir nur vereinzelt farblose Flagellaten; nicht nur *Fragilaria* und *Ceratium* waren im freien See häufiger als in allen Loten, sondern auch *Mougeotia* und *Lyngbya limnetica*. Kleine, einzellige Grünalgen entwickelten sich abgesehen vom dunklen Lot in den Loten reichlich.

Nach der 13. Exposition war die Menge der *Oscillatoria*-Fäden in den Loten offensichtlich kleiner als im freien See (Tab. 41). Während sich im freien See in 3—5 m Tiefe ein sprunghaftes Maximum ausbildete, war in den Loten eine allge-

Tabelle 41 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (13. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	Phyto-Lot	Zoo-Lot	Zoo/PN-Lot
0—1	63	122	520	108	81	94
1—2	59	88	550	81	57	74
2—3	59	89	705	102	121	98
3—4	106	126	2 055	177	185	125
4—5	139	169	2 145	237	233	184
5—6	179	191	660	244	229	169
(6—7)	(116)	(113)	(265)	(141)	(193)	(157)
Mittel 0—6	101	131	1 106	158	151	124
Fragilaria (Kol.)	—	—	6	—	—	—
Ceratium hirundinella	—	—	5	—	—	—
einzellige Grünalgen	11 053	10 927	14 821	25 622	56 520	15 951
Flaschen pro ml:						
Oscillatoria	495	345	—	(4)	420	11
Fragilaria (Kol.)	107	32	—	340	158	54
Synedra	31	8	—	12	52	16
Mougeotia (Zell.)	520	110	—	35 600	390	18 200
einzellige Grünalgen	21 980	20 096	—	16 956	61 544	1 243 440
Bechersedimente, pro cm^2:						
Oscillatoria	105	160	—	112	206	112
Fragilaria	224	388	—	334	342	300
Synedra	138	191	—	249	174	122
Mougeotia	6	36	—	33	16	7
Anabaena	135	53	—	177	365	158

Tiefengliederung nur insofern zu beobachten, als in den obersten 0—3 m die Fädenzahl viel kleiner war, als in 3—7 m Tiefe.

den exponierten Flaschen fand keine Vermehrung der *Oscillatoria*-Fäden statt, aber ein fast vollständiges Verschwinden in zwei Flaschen, wobei uns die e für dieses Verschwinden noch unbekannt sind. Im übrigen entwickelten sich *ria*, *Synedra*, *Mougeotia* und kleinste einzellige Grünalgen in den exponierten en besser als in den Test-Loten oder im freien See.

sedimente:

den Bechersedimenten der Lote kam wohl das Absinken von *Fragilaria*, *Synedra*, *otia* und *Anabaena* gut zum Ausdruck, nicht aber von *Oscillatoria rubescens*, h aufgelöst hatte; Reste von zerfallenen Fäden waren zu beobachten.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

r die Art der Lebensvorgänge in den Loten geben bereits die in Tab. 42 auf-ten p_H-Werte Aufschluss, aus denen man ersieht, dass — abgesehen vom

42 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (13. Exposition, 16. Sept. 1958).

suchung	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	Phyto-Lot	Zoo-Lot	Zoo-PN-Lot
	7,81	7,85	8,09	7,75	7,83	8,60
g/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
g/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10,1

in den fünf exponierten Loten und im See-Lot (sofort). Nach Tabelle 43 enthielt das Wasser im dunklen Lot in den obersten 2 Metern am wenigsten Sauerstoff, hingegen ist nicht klar, wieso die Zehrungen in den tieferen Schichten des hellen Lotes sogar grösser waren. Im Phyto-Lot und Zoo-Lot waren die Zehrungen zwar kleiner als im hellen oder dunklen Lot, oder die Sauerstoffverluste wurden durch Assimilation teilweise wettgemacht; der günstigere Zustand des freien Sees wurde indessen hier nicht erreicht. Lediglich im Zoo/PN-Lot fand in den obersten 2 m eine kräftige Assimilation statt, einen höheren Sauerstoffgehalt produzierend als im freien See. Dank der windbedingten und turbulenten Strömungen im freien See dehnte sich dort die Schicht mit befriedigendem Sauerstoffgehalt bis gegen 4 m Tiefe aus, im Gegensatz zur hochliegenden Oxykline im Zoo/PN-Lot.

Für das dem See am 16. Sept. aus 0—6 m Tiefe entnommene Wasser bestimmten wir im Laboratorium Sauerstoffzehrungen von 2—4 mg/l (nach 5 Tagen), bzw. bis 7,8 mg/l nach 14 Tagen.

Während wir den Chemismus des Flaschenwassers für drei frühere Expositionen schon besprochen haben (THOMAS, 1961), sind die Untersuchungsergebnisse für das Flaschenwasser der 13. Exposition (Tab. 44) und der 14. und 15. Exposition hier erstmals darzulegen.

Tabelle 44 Chemismus des Wassers der in 50 cm Tiefe eingehängten Flaschen (13. Expositionen, 16. Sept. 1958).

Untersuchung	helle Flasche	dunkle Flasche	Phyto-Flasche	Zoo-Flasche	Zoo/PN-Flasche
p_H-Wert	8,2	8,2	8,7	8,7	9,7
PO_4 mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	30
NO_2 mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,62
NH_3 mg/l	0,06	0,05	0,16	0,16	0,12
Härte, franz.°	11,50	12,50	11,25	9,00	5,00
Sauerstoff mg/l	12,95	10,02	17,48	23,80	41,37

In der hellen und dunklen Flasche fanden gemäss Tab. 44 nur geringfügige Veränderungen des Chemismus statt, hingegen fallen die Phyto-Flasche und die Zoo-Flasche bereits durch deutlich erhöhte p_H- und Sauerstoffwerte auf, was in ganz extremer Weise für die Zoo/PN-Flasche gilt, in der gleichzeitig auch die Härte als Folge biochemischer Entkalkung stark abgenommen hatte.

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 2. bis 16. Sept. 1958

Das Füllen der Lote mit Oberflächenwasser gibt gegen Ende der Sommerstagnationsperiode interessante Hinblicke auf die Frage der Minimumstoffe. Als Vergleichsbasis für fehlende Assimilation dient das dunkle Lot mit seinem hohen Ammoniakgehalt. Im hellen Lot war die Lebenstätigkeit des autotrophen Planktons durch Nährstoffmangel blockiert. Die Zugabe von Phyto- und Zooplankton scheint wie eine leichte Düngerzugabe gewirkt zu haben, vermochte aber die Lebenstätigkeit nur wenig zu heben, weil die zugesetzten Plankter diesmal vorwiegend abstarben.

Die gleichzeitige Zugabe von Phosphat, Nitrat und Zooplankton förderte wenigstens in den am meisten belichteten obersten 2 m die Phytoplanktonentwicklung und -tätigkeit; hingegen konnte sich das zugegebene Zooplankton nicht am Leben halten, sondern verschwand vermutlich durch Zersetzung (Düngstoffbildung!), da das Rohr mit seiner unteren Öffnung bereits ins sauerstoffarme Wasser reichte.

In den eingehängten Versuchsflaschen wuchsen die Planktonalgen üppiger als in den Loten oder im freien See; dies gilt in vermehrtem Masse für diejenigen Flaschen, in denen Nährstoffe direkt oder in Form von Plankton zugesetzt waren. Als Folge des Planktonwachstums traten chemisch extreme Werte auf, besonders hinsichtlich p_H-Wert, Karbonathärte und Sauerstoffgehalt.

14. Exposition vom 16. bis 30. September 1958 (14 Tage)

a) Versuchsanordnung

Als Vergleichsbasis setzten wir nach Versuchsende wieder das See-Lot (sofort), um Wasser abzupumpen und den momentanen Seezustand zu erfassen. Vier Lote füllten wir vor der Exposition mit Oberflächenwasser durch Eingiessen von je 50 Litern. Von diesen Loten blieben das helle und das dunkle ohne Zusätze. Das PN-Lot erhielt 200 ml Phosphatlösung und 400 ml Nitratlösung. Das helle Rühr-Lot erhielt keine Nährstoffzusätze, jedoch den bereits früher gezeigten Wellenmischer (THOMAS, 1961, S. 141). Das «Hypo-Lot» wurde in der Weise mit Wasser aus dem Hypolimnion gefüllt, dass wir das Oberflächenwasser von oben her vollständig abpumpten und damit veranlassten, dass nur Tiefenwasser von unten her nachfloss; um von Anfang an einen gewissen Algenbestand zu gewährleisten, fügten wir nachträglich zur Impfung 200 ml Oberflächenwasser zu. Es gelang auch diesmal, in den Loten Bechersedimente aufzufangen.

Von den eingehängten Flaschen füllten wir die helle und die dunkle mit Oberflächenwasser, ebenso die mit 20 ml Phosphatlösung und 40 ml Nitratlösung versehene PN-Flasche; zwei Flaschen erhielten Wasser des Hypolimnions, eine ohne und die andere mit 60 ml Oberflächenwasser zur Impfung mit Algen («Hypo-Flasche»).

Wie aus Tab. 45 ersichtlich, mischte die herbstliche Teilzirkulation am Ende der Expositionszeit die obersten Wasserschichten bereits bis zu fast vier m Tiefe voll durch, wobei die Auswirkungen turbulenter Strömungen zweifellos weiter griffen; immerhin befand sich die Sprungschicht noch innerhalb der Lotlänge.

Tabelle 45 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 30. Sept. 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C
0,3	17,2	6	16,4
1	17,2	7	15,7
2	17,2	8	13,2
3	17,0	9	11,8
4	16,8	10	10,2
5	16,7		

b) Biologie des Test-Lot-Wassers

Fragilaria war am 30. Sept. nur in einzelnen Kolonien im See vorhanden und fehlte in den Loten fast ganz. Nicht selten traten nun *Anabaena planctonica* und *A.aequalis* auf, sowie *Lyngbya limnetica*, dominierend aber immer noch kleinste Grünalgen, darunter reichlich *Selenastrum*, und die planktische *Mougeotia*.

Im freien See (See-Lot) war nun *Oscillatoria rubescens* in den obersten vier m am häufigsten, mit der Spitze im Oberflächenwasser. Eine ähnliche Schichtung trat nach Tab. 46 nur in dem mit Tiefenwasser gefüllten «Hypo-Lot» auf, wobei allerdings die gesamte Fädenzahl bereits nur noch gut halb so gross war. In den vier übrigen

Tabelle 46 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (14. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	PN-Lot	helles Rühr-Lot	Hypo-Lot
0—1	505	335	1 830	240	540	1 025
1—2	380	375	1 820	170	340	915
2—3	340	445	1 370	205	365	620
3—4	475	620	1 200	340	425	550
4—5	525	440	695	570	670	390
5—6	735	425	310	560	525	370
(6—7)	(295)	(210)	(164)	(215)	(200)	(190)
Mittel 0—6	493	440	1 204	348	477	645
einzellige Grünalgen	9 294	5 652	9 420	12 058	9 043	12 183
Mougeotia	49	3	16	115	19	47
Flaschen, pro ml	hell	dunkel	—	PN	Hypo o.O.	Hypo m.O.
Oscillatoria	?	5	—	238	71	59
Fragilaria (Kol.)	65	2	—	119	67	94
Synedra	32	0	—	3	5	18
Mougeotia (Zell.)	188	11	—	156	514	546
einzellige Grünalgen	5 275	4 396	—	11 304*	17 584	17 458
Anabaena	22	19	—	4	136	96
Bechersedimente, pro cm^2:						
Oscillatoria	17	360	—	80	270	165
Fragilaria	98	250	—	240	175	160
Synedra	26	17	—	21	19	22
Mougeotia	28	26	—	34	34	43

* davon 1130 *Selenastrum*.

Loten befand sich das Maximum der Fäden in drei bis sechs m Tiefe, also dort wo im freien See die Fädenzahl gegenüber den oberen Schichten klein war. Eine niedrige Fädenzahl war in den Loten insofern zu erwarten, als gemäss Tab. 41 sowohl beim Füllen der Lote mit Oberflächenwasser (520 Fäden pro ml) als auch mit Tiefenwasser (265 Fäden pro ml) schon bei Beginn der Exposition eine ungleiche Ausgangslage vorlag. Trotzdem ist das unterschiedliche Verhalten der Fäden in den Loten und im See bemerkenswert, wenn auch noch unabgeklärt.

Wachstum der einzelligen planktischen Grünalgen war im PN-Lot und im Lot mit Abstand am intensivsten, also in den beiden Loten, die entweder künstlichen Zusatz oder von Natur aus am meisten Nährstoffe enthielten. den Versuchsflaschen hatten sich die *Oscillatoria*-Fäden grösstenteils zersetzt, isten im dunklen Lot, am wenigsten im PN-Lot. Hervorzuheben ist, dass sich lers die Diatomeen *(Fragilaria crotonensis* und *Synedra acus var. angustissima)* Flaschen entschieden besser entwickelten als in den Test-Loten oder im See.

sedimente:

len Sedimenten der Test-Lote fielen vor allem die Diatomeen auf, die aus dem on verschwunden waren.

c) Chemismus des Test-Lot-Wassers

mäss Tab. 47 waren die Stoffumwandlungen in den drei ohne Zusätze mit ächenwasser versehenen Loten nur klein, am kleinsten (jedoch mit der grössten niakbildung) wie zu erwarten im dunklen Lot. Die Tätigkeit des Rührers

47 Chemismus des Test-Lot-Wassers von 0 bis 6 m Tiefe im Mittel (14. Exposition, 30. Sept. 1958).

See-Lot helles

Flasche überwogen die Vorgänge der Zersetzung und Stofffreigabe (Phosphate, Ammoniak!), während in der PN-Flasche die rege Lebenstätigkeit für die Versuchsperiode in den gegenüber der hellen Flasche sehr hohen Werten für p_H und Sauerstoffgehalt, aber auch in der biogenen Entkalkung zum Ausdruck kommt.

Sauerstoffgehalte wie in der hellen Flasche oder gar wie in der PN-Flasche wurden in den Loten bei weitem nicht erreicht (Tab. 49). Allgemein waren die Sauerstoffgehalte nach der 14. Exposition günstiger als nach der 13. (Tab. 42). Tatsächlich war auch im See die Sauerstoffzehrung nun kleiner als bei der vorangehenden Expositionsperiode, nämlich nach 5 Tagen 1,0 bis 2,3 mg/l und nach 14 Tagen 1,5 bis 4,5 mg/l. Die oberen Schichten des Rühr-Lotes enthielten weniger Sauerstoff als im hellen Lot — eine Folge der Förderung abbauender Bakterien?

Tabelle 48 Chemismus des Wassers der in 50 cm Tiefe eingehängten Flaschen (14. Exposition, 30. Sept. 1958).

Untersuchung	helle Flasche	dunkle Flasche	PN-Flasche	Hypo-Flasche ohne Oberfl.	Hypo-Flasche mit Oberfl.
p_H-Wert	8,3	7,9	>9,0	7,45	7,55
PO_4 mg/l	<0,02	0,13	0,02	0,02	<0,02
NO_3 mg/l	<0,5	<0,5	29	<0,5	<0,5
NO_2 mg/l	<0,005	<0,005	0,09	<0,005	<0,005
NH_3 mg/l	0,05	0,30	0,035	0,05	0,05
Härte, franz.°	12,00	12,25	7,00	18,75	18,00
Sauerstoff mg/l	12,36	8,37	41,54	4,90	5,48

Tabelle 49 Sauerstoffgehalt des Test - Lot - Wassers von 0,5 bis 5,5 m Tiefe (14. Exposition, 30. Sept. 1958).

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Lot	See-Lot (sofort)	PN-Lot	helles Rühr-Lot	Hypo-Lot
0,5	7,09	4,69	10,44	10,61	4,83	5,94
1,5	4,97	5,09	11,07	7,67	3,38	5,88
2,5	3,79	4,63	10,71	6,13	2,33	5,08
3,5	2,38	2,31	9,55	2,43	1,60	4,88
4,5	2,64	3,47	7,28	2,88	2,72	4,69
5,5	3,59	4,76	3,51	3,37	3,33	4,03

d) Zusammenfassung über die Exposition vom 16. bis 30. Sept. 1958

Die 14. Exposition war im See gekennzeichnet durch den Übergang von den hochsommerlichen Umweltsfaktoren zu den herbstlichen. Teilzirkulationen hatten zwar begonnen, aber das Wasser der Lote noch nicht mit dem hypolimnischen Wasser durchgemischt. Die Armut des Oberflächenwassers an freien, den Phytoplanktern zugänglichen Nährstoffen führte in bezug auf die Algenentwicklung zu Ermüdungserscheinungen, die allerdings sofort überwunden waren, wenn ein Zusatz von chemisch reinen Phosphaten und Nitraten erfolgte.

15. Exposition vom 30. Sept. bis 14. Okt. 1958 (14 Tage)

a) Versuchsanordnung

vor der 15. Exposition im See die Teilzirkulationen schon bis zu mehr als 3 m ortgeschritten waren, liess sich nicht voraussehen, ob bis zum Abschluss dieser ition die Teilzirkulation auch eine Tiefe von 7 m ergriff; dann wäre das Test- asser völlig durchgemischt worden mit dem Wasser des freien Sees. Zufälliger- trat dieser Zustand noch nicht restlos ein, weil die Witterung bis kurz vor der nahme noch warm blieb.

die 15. Exposition füllten wir das helle Lot wieder mit Oberflächenwasser ergleich mit der vorhergehenden Exposition. Aus den vier anderen Loten en wir das Oberflächenwasser ab, so dass das Tiefenwasser emporstieg («Hypo- »; ein helles Hypo-Lot blieb ohne Zusatz, die anderen erhielten je 200 ml ächenwasser zur Impfung mit Algen, und eines hiervon wurde mit dem Rührer en.

helle und die dunkle Flasche enthielten bei dieser Exposition nur Ober- nwasser, die «Hypo-Flasche» nur Tiefenwasser, die beiden anderen «Hypo- en» Tiefenwasser mit 10% Oberflächenwasser zur Impfung, wovon die letzte lich 20 ml Phosphatlösung und 40 ml Nitratlösung.

Tabelle 50 Wassertemperaturen, direkt im See gemessen, 14. Okt. 1958.

Tiefe in m	Temperatur ° C	Tiefe in m	Temperatur ° C

Tabelle 51 Fäden von *Oscillatoria rubescens* pro ml (15. Exposition) und Mittelwerte für andere Algen.

Tiefe in m	helles Lot	dunkles Hypo-Lot mit Oberfl.w.	helles Hypo-Lot ohne Oberfl.w.	h. Hypo-Lot mit Oberfl.w.	h. Hypo-Lot m. Obfl.w. m. Rührer
0—1	2 520	1 000	1 415	1 045	965
1—2	755	955	890	555	630
2—3	620	840	750	530	575
3—4	500	680	425	585	575
4—5	690	720	660	505	500
5—6	590	660	705	625	675
(6—7)	(340)	(410)	(795)	(610)	(795)
Mittel 0—6	946	809	807	641	653
Asterionella (Zell.)	3	1	7	2	1
Mougeotia (Zell.)	24	4	18	19	21
Flaschen, pro ml	hell	dunkel	Hypo-Flasche ohne Obfl.w.	Hypo-Flasche mit Obfl.w.	Hypo-Flasche mit Obfl.w. + PN
Oscillatoria	525	16	15	12	3
Fragilaria (Kol.)	16	5	38	338	164
Asterionella (Zell.)	—	35	8	12	—
Mougeotia (Zell.)	6	—	392	2 450	1 860
Bechersedimente, pro cm^2:					
Oscillatoria	1 020	544	1 300	1 114	1 070
Fragilaria	416	324	295	250	165
Synedra	76	24	51	33	27
Mougeotia	172	52	71	103	63

geht. Da das Oberflächenwasser am 30. Sept. *Oscillatoria*-reich war, überrascht es nicht, die grösste Fädenzahl am 14. Okt. in dem mit Oberflächenwasser gefüllten hellen Lot zu finden. Berücksichtigt man aber, dass die mit Tiefenwasser gefüllten Lote anfänglich (Tab. 46) nur um 164 Fäden (See-Lot, sofort) enthielten, so erkennt man die grosse Zunahme der Fädenzahl. Es scheint uns indessen unwahrscheinlich, dass es sich hier um eine Vermehrung durch Wachstum handelt; eher erfolgte die Zunahme durch Aufsteigen der Fäden aus tieferen Schichten in die unten offenen Lote, die hier wie eine Falle wirkten. Man wird diese Frage in einem späteren Versuch dadurch abklären können, dass man das untere Rohrende mit einem wasserdurchlässigen, filtrierenden Material (Tuch oder dergleichen) verstopft. — Der Gehalt an Kieselalgen und an Grünalgen blieb bei der 15. Exposition klein, nicht zuletzt wohl auch als Folge des hohen *Oscillatoria*-Gehaltes.

Die Lebensbedingungen in den Flaschen scheinen wesentlich anders zu sein als in den Loten, indem die Zahl der *Oscillatoria*-Fäden gegenüber dem Ausgangswasser (Tab. 46) stark abgenommen hat, nämlich in der hellen Flasche mit Oberflächenwasser von 1830 auf 525, in der dunklen auf 16, und in der Flasche mit Tiefenwasser von 164 Fäden auf 15 bis 3! In den Flaschen mit Tiefenwasser war das Wachstum ohne Impfung mit Oberflächenwasser kleiner als mit Impfung; eine zusätzliche Nitrat-Phosphat-Zugabe wirkte sich bei dieser letzten Exposition nicht mehr aus.

ernd gleich erwies. Nach unseren Erfahrungen erfolgt der Temperaturausgleich
n Plexiglas- und Symalen-Loten mit 5,4—5,6 cm Durchmesser in kurzer Zeit.
er den Vorgang der Verteilung von oben in die Lote eingebrachten Salzmengen
teten wir auf Grund von Versuchen mit Natriumchlorid an anderer Stelle
AS, 1960). Die in den besprochenen Versuchen oben eingebrachten Nährsalz-
en verteilten sich erfahrungsgemäss in wünschenswerter Weise. Hingegen sei
ch auf eine störende Wirkung von Stürmen hingewiesen.
nn die Plankton-Test-Lote einem starken Wellengang ausgesetzt sind, dann
auch innerhalb des Lotes ein ständiges Aufsteigen und Absinken des Wasser-
s statt; diese Bemerkung gilt auch für die von GOLDMAN verwendeten Lote
ossen Durchmesser. Aus dem untersten Teil des Lotes geht somit immer ein
rteil verloren und wird — da bei Stürmen beim unteren Lot-Ende Strömungen
nden — durch Lot-fremdes Wasser ersetzt. Im Idealfall würde dabei aus dem
ten Lot-Teil eine nur so hohe Wasserschicht ausgetauscht, als im Oberflächen-
des Lotes der maximalen Höhendifferenz entspricht. Es ist aber zu vermuten,
ch diese Wellenwirkung im untersten Teil der Lote durch turbulente Strömun-
was weiter hinauf auswirkt, bis die grösser werdenden Differenzen in der Wasser-
ratur einen weiteren Austausch aufhalten. Glücklicherweise sind bei Wellen-
ie Wasserspiegelschwankungen innerhalb der Test-Lote kleiner als ausserhalb.
harme Witterungsperioden und Seebuchten eignen sich deshalb am besten für
che mit Test-Loten.
erachten es als wichtig, dass die Test-Lote vor jeder Exposition innen (mit
b befestigter Bürste oder Lappen) und aussen (mit Lappen, evtl. auch mit

werden darf und weil uns im Laboratorium des Schweizerischen Bundes für Naturschutz eine geeignete Basisstelle zur Verfügung stand.

Für alle 15 Expositionen haben wir den Gehalt der Test-Lote an *Oscillatoria*-Fäden für das Oberflächenwasser und den Mittelwert von 0—6 m Tiefe graphisch dargestellt, die Abszissenachse für die Zeit und die Ordinatenachse für die Fädenzahl wählend (Abb. 1 und 2). Wir geben im folgenden eine Zusammenfassung der Ergebnisse, wobei wir daran erinnern, dass Lote mit Nährstoffzusätzen in dieser Versuchsreihe erst ab 10. April 1958 exponiert wurden; ferner ist der Seezustand (See-Lot, sofort) vom 14. Oktober 1958 nicht bekannt.

Die vom 19. März bis zum 14. Oktober 1958 dauernde Versuchsperiode gliedert sich im ganzen gesehen in zwei Teile. Im ersten, bis zum 22. Juli dauernden Teil war die Zahl der *Oscillatoria*-Fäden im Mittel fast immer grösser als im See, während im zweiten Teil der Versuchsperiode die mittlere Fadenzahl im See grösser war als in den Loten. Parallel zu dieser Feststellung geht die Beobachtung, dass im ersten Teil der Versuchsperiode das Oberflächenwasser in den Loten mehr Fäden enthielt, als dem mittleren Fädengehalt des betreffenden Lotes entsprach; im zweiten Teil der Versuchsperiode dagegen war der *Oscillatoria*-Gehalt im Oberflächenwasser der einzelnen Lote etwa gleich dem mittleren Fädengehalt des betreffenden Lotes. Im ersten

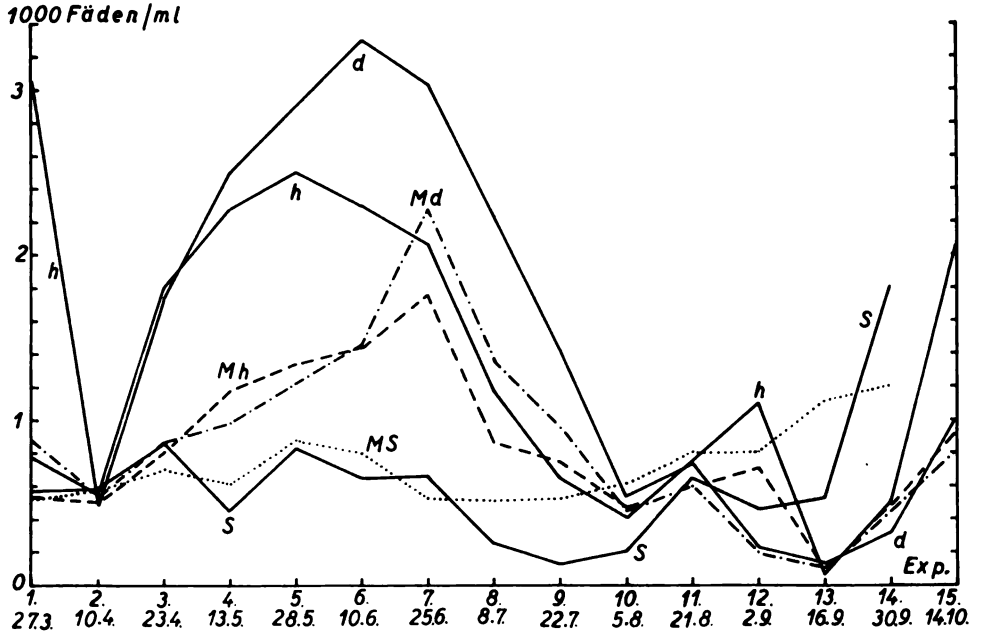


Abb. 1. Anzahl von *Oscillatoria*-Fäden in Plankton-Test-Loten und im freien See (See-Lot, sofort) nach der 1.—15. Exposition; h = helles Lot, Oberfläche; Mh = helles Lot, Mittelwert von 0—6 m; d = dunkles Lot, Oberfläche; Md = dunkles Lot, Mittelwert von 0—6 m; S = See-Lot (sofort), Oberfläche; MS = See-Lot (sofort), Mittelwert von 0—6 m.

ler Versuchsperiode fand somit innerhalb der Lote ein Aufsteigen der Fäden die Seeoberfläche statt. Diese Tendenz des Aufrahmens war im dunklen Lot rössten, am zweitgrössten im hellen Lot ohne Nährstoffzusätze, etwa gleich in den Loten mit nur Phosphatzusatz oder nur Nitratzusatz und am kleinsten ot mit Zusatz von Phosphat und Nitrat. Die Zunahme der Fädenzahl in den im ersten Teil der Versuchsperiode dürfte einerseits auf Vermehrung beruhen, seits aber auch im Aufsteigen von Fäden aus tieferen Schichten in die Lote ; mehr Untersuchungen sind zur Abklärung dieser Frage erwünscht.

zweiten Teil der Versuchsperiode fehlte in den Loten die Tendenz des Aufens. Während im freien See das Oberflächenwasser meist weniger Fäden ent- als dem mittleren Gehalt im See (0—6 m) entsprach, war eine solche Veränng in den Loten indessen nur selten und in bescheidenem Umfang zu beobachten. aus dem Oberflächenwasser des Baldeggersees, wie bei anderen *Oscillatoria*- verschwand *O. rubescens* im Sommer 1958 nie.

Im Juni begann sich die Alge im freien See in charakteristischer Weise zu schichten, die maximale Fädenzahl auf etwa 5 m Tiefe verlegend; im Spätsommer stieg die Maximalzahl auf 3—4 m Tiefe (12. Exposition). In den Loten war für *Oscillatoria* seltener ein Sprungschichtmaximum zu beobachten, so z. B. in der 10. Exposition (22. Juli bis 5. Aug.). Als Kuriosum für das Verhalten von *O. rubescens* sei hier hervorgehoben, dass sie in Flaschenversuchen in 50 cm Tiefe mehrmals vollständig oder fast vollständig verschwand durch Zersetzung (cf. auch THOMAS, 1961, S. 142). Ein solches Verhalten kann bei Produktionsstudien mit Flaschenexperimenten zu Fehlern führen.

Ausser *O. rubescens* spielte unter den Blaualgen im Versuchsjahr nur *Anabaena planctonica* eine gewisse Rolle, ohne jedoch durch starke Vermehrung hervorzutreten (10. Exposition).

3. Das Verhalten der Diatomeen

Stephanodiscus astraea var. *minutula* vermochte sich in den Loten bei der 4. Exposition besser zu entwickeln als im See, was wohl auf die im See erhöhten Frassverluste durch Krustazeen zurückzuführen ist.

Asterionella war bei der 4. und 15. Exposition von etwelcher Bedeutung, entwickelte sich aber in den Loten nur in bescheidenem Umfang.

Synedra acus var. *radians* und var. *angustissima* entwickelten sich z. B. bei der 5. Exposition in den Loten in ähnlicher Weise wie im See, bei der 4. dagegen in geringerem Umfang.

Fragilaria crotonensis gedieh im freien See meist etwas besser als in den Loten. Hingegen wuchs sie in den Flaschenversuchen besonders nach Nährstoffzugabe zeitweise sehr üppig. Sie erreichte indessen weder im Baldeggersee noch in den Test-Loten im Sommer 1958 eine grössere produktionsbiologische Bedeutung.

4. Das Verhalten der Grünalgen

Die Entwicklungszeit der Grünalgen begann bei unseren Versuchen Ende Mai (5. Exposition) und erstreckte sich bis gegen den Herbst. Zu erwähnen sind vor allem *Ankistrodesmus spirotaenia*, *Selenastrum*, eine planktische *Mougeotia* (evtl. *Debarya* Wittrock), kleinste einzellige Grünalgen und von geringerer Bedeutung *Oocystis*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Micractinium* und andere. Diese Algen waren es hauptsächlich, die auf die Zugabe von Nährstoffen durch massenhafte Vermehrung ansprachen. Unter ihnen erreichte *Ankistrodesmus* allein schon durch Phosphatzugabe sehr hohe Individuenzahlen, wobei die Stickstoffversorgung möglicherweise auf dem Wege über luftstickstoffbindende Organismen erfolgte (7. und 8. Exposition); eigenartig ist nur, dass sich diese Alge zur gleichen Zeit in den exponierten Flaschen überhaupt nicht entwickelte.

Von andauernd grosser Bedeutung waren die für quantitative Untersuchungen wenig beliebten grünen Kugelalgen; die Gehaltszahlen sind nur von beschränkter Bedeutung, weil die einzelnen Algen von Lot zu Lot oder von Flasche zu Flasche in ihrer Grösse erheblich variieren und schwer vergleichbar sind. Da auch den Lebens-

ichen dieser Kugelalgen sehr weite Grenzen gesteckt sind (Licht-Dunkelheit; toff-Phosphor), muss man sich fragen, ob hier nicht verschiedene physiolo- Rassen vorliegen.

ugeotia kam mit geringen Phosphatmengen aus, bevorzugte aber einen erhöh- tratgehalt.

5. Das Verhalten anderer Planktonalgen

atium hirundinella fand sich bei der 10., 12. und 13. Exposition vereinzelt im See; den Lebensraum der Test-Lote schien diese Alge dagegen nicht zu ertra- ner den der Versuchsflaschen.

dere Planktonalgen erlangten im Sommer 1958 weder im Baldeggersee noch Test-Loten oder Versuchsflaschen eine produktionsbiologische Bedeutung.

6. Keimzahl und coliforme Bakterien

der 12.—15. Exposition bestimmten wir die Keimzahl und die Zahl coliformer ien. In allen Fällen enthielt das Wasser des freien Sees (See-Lot, sofort) r Bakterien als das Wasser in den Test-Loten oder Versuchsflaschen. Die n Lote und Flaschen enthielten in vier von fünf Fällen weniger Bakterien als len, z. T. mit Nährstoffzusätzen versehenen.

gehalt in den Loten auch ohne Zugabe von Nährlösungen so gross, dass kein Schwund bis zu minimalen Werten erfolgte, abgesehen vom freien See (0 bis 6 m) und vom Oberflächenwasser des P-Lotes am 13. Mai. Eine vermehrte Phosphorzugabe hatte nämlich schon in der Zeit vom 23. April bis 13. Mai eine vermehrte Lebenstätigkeit des Phytoplanktons zur Folge. Phosphorreichtum des Seewassers führt also schon im Frühjahr zur vermehrten Bildung von zersetzlichem Material, aus dem die Nährstoffe nach der Zersetzung wieder ans Wasser abgegeben werden und neuen Stoffkreisläufen («Kleinkreisläufen») zur Verfügung stehen!

Bei der 5. bis 7. Exposition (13. Mai bis 25. Juni) genügten die im Seewasser vorhandenen Phosphate, dass sogar im N-Lot alle zugegebenen Nitrate aufgezehrt wurden. Von einem erhöhten Nitrat-Zusatz blieben bei der 8. Exposition (25. Juni bis 8. Juli) noch Reste zurück, nicht aber bei der 9. Exposition (8. Juli bis 22. Juli), was auf die durch erhöhte Temperatur angeregte Lebenstätigkeit zurückzuführen sein dürfte. Hingegen war der Phosphatgehalt des Wassers im N-Lot bei der 10. bis 12. Exposition (22. Juli bis 2. Sept.) so klein, dass verhältnismässig viel Nitrat zurückblieb, stets mehr als bei der gleichzeitigen Zugabe von Phosphat wie im PN-Lot. Bei der 11. Exposition waren im PN-Lot die Nitrate als Folge des Phosphatzusatzes sogar aufgezehrt.

Es überraschte, dass es Grünalgen wie *Ankistrodesmus* und *Selenastrum* waren, die trotz Nitratmangel sich bei Phosphatreichtum rasch vermehrten. In noch nicht publizierten Untersuchungen haben wir allerdings in Seewasser das Vorhandensein von stickstoffbindenden Bakterien nachgewiesen, deren Tätigkeit möglicherweise die Entwicklung dieser Grünalgen begünstigte.

Anderseits erwiesen sich kleinste kugelige Grünalgen (μ-Algen) als am besten geeignet, um bei Phosphatmangel vorhandene Nitrate auszunützen. Hier mag es die grosse Oberfläche dieser Algen sein, die die kleinsten, bei Zersetzungen frei werdenden Phosphatmengen spontan aufzunehmen erlaubte. Auch in tieferen Wasserschichten (11. Exposition) waren μ-Algen im Vorteil (cf. RODHE, 1955).

Es fiel auf, dass *Oscillatoria rubescens* sich in Plankton-Test-Loten weder durch Phosphat-, noch durch Nitrat-Zugabe, noch durch eine Kombination beider Nährstoffe zu vermehrtem Wachstum bewegen liess. Weder die Laboratorium-Experimente von R. STAUB (1961), noch unsere in-situ-Experimente mit Plankton-Test-Loten lassen deshalb vorläufig einen Schluss zu, welcher spezielle Stoff das Wachstum von *O. rubescens* stimuliert. Unsere Versuche stellten sicher, dass in einem eutrophen *Oscillatoria*-See eine übermässige Phosphat- oder Nitrat-Zufuhr oder eine Kombination beider Stoffe das Wachstum anderer Planktonalgen begünstigen kann!

Während *O. rubescens* in den Plankton-Test-Loten im allgemeinen gut erhalten blieb, ging die Alge in vielen exponierten Flaschen ganz oder teilweise ein und machte anderen Planktern Platz wie *Fragilaria crotonensis*, *Ceratium hirundinella*, *Mougeotia*, kleinsten Grünalgen. Die Lebensbedingungen sind somit in Flaschen erheblich anders als im freien See oder in Test-Loten.

Sogar künstliche Ruheperioden mit 14 Tagen Dunkelheit überstand *O. rubescens* im dunklen Lot meistens gut. Der Wasserchemismus veränderte sich dabei in diesem Lot insofern, als der Ammoniak- und Phosphatgehalt anstiegen, besonders bei stärkerem Rückgang des Sauerstoffgehaltes.

Die «Minimum-Grenze» eines bestimmten Stoffes ist in einem See nicht für alle Algen gleich. Die Versuche mit Plankton-Test-Loten zeigten, dass die im See vorhandenen Arten von Planktonalgen sich im Milieu der Lote den veränderten Bedingungen sehr rasch anpassen, indem vorher seltene Phytoplankter unter Umständen plötzlich dominierend auftreten. Die Erfahrung mit solchen experimentell (künstlich) hervorgerufenen raschen Veränderungen in der Planktonbiocoenose deckt sich mit den Beobachtungen an eutrophen Seen, wo plötzliche Witterungsumschläge oder Sturmeinflüsse das Planktonbild oft in kurzer Zeit verändern.

Die 13. bis 15. Exposition zeigte, dass es bei kleinem Durchmesser der Test-Lote möglich ist, in Vergleichsserien einzelne Lote ganz mit Oberflächenwasser oder ganz mit Tiefenwasser (durch Abpumpen des Oberflächenwassers) zu füllen, was bei grossen dimensionierten Loten einige Schwierigkeiten bereitet. Wir sind jedoch überzeugt, dass für die Abklärung mancher Fragen auch gross dimensionierte Test-Lote, wie sie von GOLDMAN (1962) verwendet wurden, sehr nützlich sind.

D. Literatur

BACHOFEN, R., 1960. Stoffhaushalt und Sedimentation im Baldegger- und Hallwilersee (Diss., Universität Zürich, Juris-Verlag, Zürich).

GOLDMAN, CH. R., 1962. A method of studying nutrient limiting factors in situ in water columns isolated by polyethylene films (Limnology and Oceanography, *7*, 99—101).

JEFFRIES, H. P., 1962. Environmental characteristics of Raritan Bay, a polluted estuary (Limnology and Oceanography, *7*, 22—31).

RODHE, W., 1955. Can plancton production proceed during winter darkness in subarctic lakes? (Verhandl. IVL, Vol. *XII*, 117—122).

STAUB, R., 1961. Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC (Schweiz. Z. f. Hydrologie, Vol. *XXIII*, 81—198).

THOMAS, E. A., 1950. Beitrag zur Methodik der Produktionsforschung in Seen (Schweiz. Z. f. Hydrologie, *12*, 25—37).

— 1953. Zur Bekämpfung der See-Eutrophierung: Empirische und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis der Minimumstoffe in 46 Seen (Mon. bull. Schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachmännern, Nr. 2/3, 15 S.).

— 1958. Das Plankton-Test-Lot, ein Gerät zum Studium des Verhaltens von Planktonorganismen im See (Schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm., Nr. 1, 8 S.).

— 1959. Versuche mit Plankton-Test-Loten im Baldeggersee. Erster Teil, vom 19. März bis 13. Mai 1958 (Vierteljschr. Natf. Ges. Zürich, *104*, Festschrift Steiner, 330—340).

— 1960. Chloridzugabe bei Plankton-Test-Loten im Baldeggersee (Schweiz. Z. f. Hydrologie, *22*, 320—329).

— 1961. Vergleiche über die Planktonproduktion in Flaschen und im Plankton-Test-Lot (Verh. IVL, *XIV*, 140—146).

THOMAS, E. A. und MÄRKI, E., 1949. Der heutige Zustand des Zürichsees (Verh. IVL, *10*, 476—488).

Clichés

Schwitter A. G. Basel - Zürich

Jahrgang 107 Heft 4 (Schlussheft) Dezember 1962

VIERTELJAHRSSCHRIFT
DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH

Q 67 .Z965 v.107 no.4

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN OCT 31 1962 LIBRARY

Unter Mitwirkung von H. FISCHER und FR. STÜSSI

herausgegeben von

EUGEN A. THOMAS

H. STEINER: Befunde am dritten Exemplar des Urvogels *Archaeopteryx* 197

H. SCHNURRENBERGER: Neuer Fund der afrikanischen Hausschlange, *Boaedon fuliginosum fuliginosum* (Boie) in Südmarokko 211

ELISABETH HAUSCHTECK: Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommender Ameisenarten 213

R. HANTKE: Zur Altersfrage des höheren und des tieferen Deckenschotters in der Nordostschweiz 221

E. FURRER: Der Bergsturz von Bormio . 233

BERICHTE

W. KUHN: Der Firnzuwachs pro 1961/62 in einigen schweizerischen Firngebieten. 49. Bericht 243

H. BURLA und andere: Die öffentlichen naturhistorischen Sammlungen und die medizinhistorische Sammlung beider Hochschulen in Zürich 252

NATURSCHUTZ

17. Jahresbericht der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1961 . . . 275

W. HÖHN, O. JAAG, H. SUTER, W. KNOPFLI, W. MERZ und K. SUTER: Zürcherische Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung (zweiter Teil) 277

NEKROLOGE

CARL ADOLF BURCKHARDT (1873—1961) . 325

CARL FRIDOLIN BAESCHLIN (1881—1961) . 326

EMIL GIGER (1885—1962) 327

ERNST VÖLLM (1898—1962) 327

EMIL GANZ (1879—1962) 328

PERSÖNLICHES

F. STÜSSI: Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. H. FISCHER 330

VORTRÄGE DER NGZ 331

BUCHBESPRECHUNGEN 339

Weitere Veröffentlichung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Neujahrsblatt auf das Jahr 1963 (165. Stück)

ALFRED RUTISHAUSER: Cytogenetik transplantabler tierischer und menschlicher Tumoren (85 Seiten, mit zwei Umschlagbildern, 27 Abbildungen und 19 Tabellen)

Preis Fr. 12.—

DRUCK UND VERLAG LEEMANN AG ZÜRICH

Zweck der Gesellschaft. Förderung der Naturwissenschaften und Verbreitung der Kenntnis der Natur sowie Erneuerung der Querverbindungen zwischen den Richtungen naturwissenschaftlicher, medizinischer, veterinärmedizinischer, pharmazeutischer und technischer Forschungen (gegr. 1746).

Anmeldung neuer Mitglieder. Für die Anmeldung neuer Mitglieder stellt das Sekretariat der Naturforschenden Gesellschaft, Fehrenstrasse 15, Zürich 32, Formulare zur Verfügung. Der Jahresbeitrag beträgt für Einzelmitglieder Fr. 20.—; für ausserordentliche Mitglieder, wie Firmen oder Vereinigungen, jährlicher Mindestbeitrag Fr. 50.— (nach Belieben bis Fr. 100.— und mehr).

Die Hefte der **Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich** werden den Mitgliedern gratis zugestellt. Ausnahmsweise können zwei Hefte als Doppelheft herausgegeben werden. Der Bezugspreis für Nichtmitglieder richtet sich nach dem Umfang der Hefte. Jährliches Abonnement für Nichtmitglieder Fr. 30.—. Gleichzeitig mit dem Schlussheft veröffentlicht die Naturforschende Gesellschaft alljährlich ein fortlaufend numeriertes **Neujahrsblatt** (1963: 165. Stück), dessen Preis für Nichtmitglieder sich nach seinem Umfang richtet (im Jahresabonnement inbegriffen). Bestellungen nimmt der Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8 (Postfach Zürich 34), auch für früher erschienene Publikationen, entgegen.

Druckfertige Manuskripte sowie alle Zusendungen, Bücher, sind an die Redaktion: PD Dr. E. A. Thomas, Fehrenstrasse 15, Zürich 7/32, zu richten. Die Verfasser erhalten auf Wunsch kostenlos 50 Sonderdrucke. Weitere Abzüge, eventuell mit Umschlag, zu Herstellungspreisen. Annahme und Bestellungen von Anzeigen durch den Verlag Leemann, Arbenzstrasse 20, Zürich 8.

Die auf Rechnung der NGZ hergestellten Klischees können vom Autor innert einer Frist von 1 Jahr nach Vollendung des Druckes gratis übernommen werden. Nach Ablauf dieser Frist werden die Klischees zerstört.

Schriftentausch: Institute und Gesellschaften des In- und Auslandes, welche mit der Vierteljahrsschrift im Austausch stehen, bitten wir, alle Sendungen nicht an die Adresse des Präsidenten oder der Redaktion zu richten, sondern direkt an die Tauschstelle der Zentralbibliothek in Zürich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet.

Vergrössern
bringt Ihre Photos
zur Wirkung

GANZ & Co
ZÜRICH
BAHNHOFSTRASSE 40
TELEFON (051) 239773

Befunde am dritten Exemplar des Urvogels *Archaeopteryx*

Herrn Prof. Dr. HANS FISCHER zu seinem 70. Geburtstag in dankbarer Erinnerung an seine Mitwirkung als Mitherausgeber der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich gewidmet

Von

HANS STEINER, Astano TI

(mit 7 Abbildungen)[1]

Archaeopteryx, der eidechsenschwänzige, bezahnte, mit bekrallten Flügeln ausgestattete Urvogel, dessen einstige Existenz durch die zwei 1861 und 1877 entdeckten Fossilien in den oberjurassischen, lithographischen Schiefern von Solnhofen und Eichstädt, Bayern, belegt ist, gehört zweifellos zu den berühmtesten Dokumenten tierischer Entwicklungsgeschichte, die je gefunden wurden. Er bestätigte in unwiderlegbarer Art und Weise die schon früher vermutete Abstammung der Vögel aus reptilartigen Vorfahren und lieferte damit eines der schönsten Beispiele zu der erst kürzlich von DARWIN und WALLACE begründeten Deszendenztheorie. Die Zahl der Untersuchungen, die sich in der Folge mit diesem Urvogel beschäftigt haben, ist überaus gross. Obschon in den Folgerungen, welche aus seiner eindeutigen anatomischen Organisation zu ziehen waren, keine Meinungsverschiedenheiten bestehen konnten, weichen in der Deutung einzelner Merkmale der beiden Fossilien die Ansichten bis heute stark voneinander ab.

Das Vorkommen echter Vögel schon zur Zeit des oberen Jura ist erstmals 1861 durch den Fund einer einzelnen Schwungfeder in den Solnhofener Schiefern belegt worden. Sie wurde von H. VON MEYER beschrieben und einem von ihm als *Archaeopteryx lithographica* benannten Urvogel zugeschrieben. Mit 8 cm Länge schien sie zu klein zu sein, um dem im gleichen Jahre entdeckten Überrest eines teilweise gut erhaltenen ganzen Vogels anzugehören, des sog. Londoner Exemplars, das im Londoner Museum für Naturgeschichte aufbewahrt wird. RICHARD OWEN hat dieses Fossil, 1863, deshalb als zu einer anderen Art, *Archaeopteryx macrura*, gehörig

[1] Ausgeführt mit Unterstützung der GEORGES und ANTOINE CLARAZ-Schenkung.

bezeichnet. Ein noch viel besser erhaltenes Exemplar, das sog. Berliner, da es sich heute im Berliner Museum für Naturkunde befindet, kam 1877 zum Vorschein und wurde infolge seines grazileren Körperbaus und geringerer Grösse von W. DAMES, 1884, als dritte Art *Archaeopteryx siemensis* benannt. Später glaubte sogar PETRONIEVICS dieses Exemplar zum Vertreter einer verschiedenen Gattung *Archaeornis* stempeln zu können. Als Repräsentanten zweier verschiedener Gattungen des mesozoischen Urvogels sind die beiden Fossilien in der Folge ganz allgemein in die wissenschaftliche Literatur eingegangen. Sie fanden insbesondere eine eingehende Bewertung in dem Standardwerk von G. HEILMANN, 1926, über den Ursprung der Vögel (vgl. auch LAMBRECHT, 1933). Entscheidende Unterschiede, welche die generische und selbst die artliche Trennung der beiden Funde gerechtfertigt hätten, konnten jedoch von mir in der Studie über den *Archaeopteryx*schwanz der Vogelembryonen, 1938, nicht gefunden werden. Ich gab der Ansicht Ausdruck, dass in den beiden Fossilabdrücken lediglich die bei Sauropsiden allgemein festzustellenden Differenzen des Alters und eventuell des Geschlechts zu beobachten sind und somit alle bekannt gewordenen Überreste ein und derselben Art angehörten. In seiner prachtvollen Monographie über *Archaeopteryx lithographica* ist G. DE BEER, 1954, nach sorgfältigster Auswertung der Befunde am Londoner Exemplar und ihres Vergleichs mit dem Berliner ebenfalls zur Folgerung gelangt, die morphologischen Ähnlichkeiten zwischen den beiden Fossilien seien so gross, dass unter Berücksichtigung der gleichen Fundstätten, der gleichen Fossilisationsbedingungen und des gleichen geologischen Alters eine artspezifische oder gar gattungsmässige Unterscheidung nicht gerechtfertigt ist.

Einige Fragen sind jedoch bei der Untersuchung der *Archaeopteryx*-Fossilien unaufgeklärt geblieben, so namentlich mit Bezug auf seine Flügelpterylose (Anzahl und Anordnung der Schwungfedern), Beurteilung des Flugvermögens und Vorkommen des für die modernen Vögel typischen tarsometatarsalen Fussgelenkes.

Die Anzahl der im Handabschnitt bei *Archaeopteryx* vorhanden gewesenen Handschwingen ist bis heute zweifelhaft geblieben. Das mit halb ausgebreiteten Flügeln überlieferte Berliner Exemplar lässt eine unverkennbare Übereinstimmung mit den Flügeln eines modernen Flugvogels, etwa einer Elster, erkennen. Es sind Handschwingen, *Pennae primariae* (nachfolgend als Prim. bezeichnet), Unterarmschwingen, *Pennae secundariae* (Sec.) und grosse Deckfedern, *Tectrices majores*, unterscheidbar. Nach DE BEER, dem die Untersuchung der Federn der schwierigste Teil seiner Nachforschungen gewesen ist, sind im rechten Flügel des Londoner Vogels 6 Prim. und 10 Sec. feststellbar, zusammen 16 Schwungfedern, während OWEN seinerzeit nur 12 (links 14) zählte. In meiner Arbeit über das Problem der Diastataxie des Vogelflügels, 1917, glaubte ich rechts ebenfalls 6 Prim. und 10—11 Sec., links 6—7 Prim. und 9—10 Sec. erkennen zu können. Zu ganz anderen Zahlen gelangte HEILMANN bei der Beschreibung des Flügels der Berliner *Archaeopteryx*. Zwar hatte ihr Erstbeschreiber DAMES, 1884, auch nur 6 Prim. finden können, HEINROTH, 1923, jedoch 10, während HEILMANN sogar 12 nachweisen zu können glaubte. Diese grossen Differenzen ergaben sich aus der Tatsache, dass sowohl die Gesteinsplatte des Londoner, als auch jene des Berliner Exemplars bei einzelnen Schwungfedern doppelte Schaftabdrücke aufweist. Von diesen beiden Schäften ist

der eine, proximal liegende, weniger gut ausgeprägt und führt auch nicht zu einer erkennbaren Federendigung. Er wurde von HEINROTH als der Abdruck des Kieles einer vermauserten, neu sich bildenden Feder gedeutet, welcher Ansicht HEILMANN sich anschloss, womit beide Autoren zur Zählung von 10—12 Handschwingen kamen. REICHEL, 1941, und BOHLIN, 1947, entschieden sich ebenfalls für diese höhere Anzahl. Demgegenüber sind die doppelten Schaftabdrücke auch durch eine leichte Verschiebung des Kadavers gedeutet worden, die vor der definitiven Einbettung des Körpers erfolgte. Beim Aufliegen der ausgebreiteten Flügel im weichen Uferschlamm bildete sich ein erster Schaftabdruck und nach einer Verschiebung um 4—5 mm der zweite. Doch sei hier darauf hingewiesen, wie merkwürdig es erscheint, dass nicht von allen Schäften doppelte Abdrücke entstanden, und ein seltsamer Zufall wäre es auch, wenn an beiden Kadavern in verschiedenen Zeitabschnitten und an weit entfernt liegenden Einbettungsstätten — sie liegen ca. 1 km voneinander — ein gleicher Verschiebungsvorgang sich abgespielt haben sollte. In neuerer Zeit diskutierte SAVILE, 1957, wiederum die Zahl der Handschwingen von *Archaeopteryx*. Unter Bezugnahme auf die Monographie von DE BEER weist er auf die Diskrepanz in der Grösse der Prim. zwischen dem Londoner und dem Berliner Exemplar hin. Trotzdem das erstere in seinen Massen durchschnittlich 10% grösser als das letztere ist, scheinen seine Handschwingen ca. 10—15 mm kürzer zu sein. Im Londoner Fossil sind jedoch die Enden der längsten Prim. des rechten Flügels auf der Platte abgebrochen. Eine Rekonstruktion derselben ergibt eine annähernd gleiche Grössenordnung in beiden *Archaeopteryx*-Exemplaren. Darüber hinaus lässt sich für das Londoner Exemplar feststellen, dass 2—3 der distalsten Federn fehlen, während die anderen sich nach ihrer Grösse mit entsprechenden des Berliner Vogels homologisieren lassen. SAVILE gelangt auf diese Weise für beide Exemplare zur Annahme von 8 Handschwingen.

Eine weitere Differenz ergab sich aus meiner Feststellung, dass der Flügel von *Archaeopteryx* eine diastataxische Anordnung seiner Armschwingen aufgewiesen habe (STEINER, 1917). DE BEER kam in seiner Monographie, 1954, für den Londoner Urvogel zur gegenteiligen Ansicht mit der Begründung, dass sein Flügelabdruck die Unterseite und nicht die Oberseite zeige, wie ich nach HUXLEY, DAMES u. a. m. und nach der scheinbar distalen Deckweise der Schwungfedern angenommen hatte. Infolgedessen könne der von mir als diastataxische fünfte grosse Deckfeder bezeichnete Abdruck einer kürzeren Feder nach vier normalen Armschwingen nicht diese Feder sein, sondern müsse eine untere Deckfeder darstellen, womit der Nachweis einer Diastataxie im *Archaeopteryx*-Flügel hinfällig geworden sei. Nun ist jedoch für die diastataxische Armschwingenanordnung eine überzählige fünfte grosse untere Deckfeder ebenso charakteristisch wie eine obere. Ihre Anwesenheit wird durch einen deutlich sichtbaren Schaftstiel bewiesen, der gerade in der Mitte zwischen der vierten und sechsten Sec. sich befindet (vgl. Abb. 1). Diesen Federschaft deutete DE BEER als den Stumpf der abgebrochenen fünften, somit nicht fehlenden Armschwinge, was er aber sicher nicht sein kann, weil er dicht distal der sechsten Sec. inseriert und zu schmächtig ist. Der früher von mir als fünfte grosse Deckfeder bezeichnete Abdruck repräsentiert nunmehr die vierte grosse untere Deckfeder (maj. inf. 4), womit in Übereinstimmung mit diastataxischen Verhältnissen innerhalb des Diastemmas zwischen Sec. 4 und Sec. 6 zwei Tectrices majores und keine Arm-

schwinge vorhanden ist. DE BEER hat ausserdem, wie schon erwähnt, beim Vergleich des Londoner mit dem Berliner Exemplar die artliche Identität beider Fossilien nachgewiesen. Im Berliner Abdruck, in welchem die Anordnung der Flügelfedern viel besser überliefert ist, kann aber die Diastataxie ebenfalls beobachtet werden. Undenkbar ist es, dass innerhalb derselben Art sich individuelle Unterschiede von

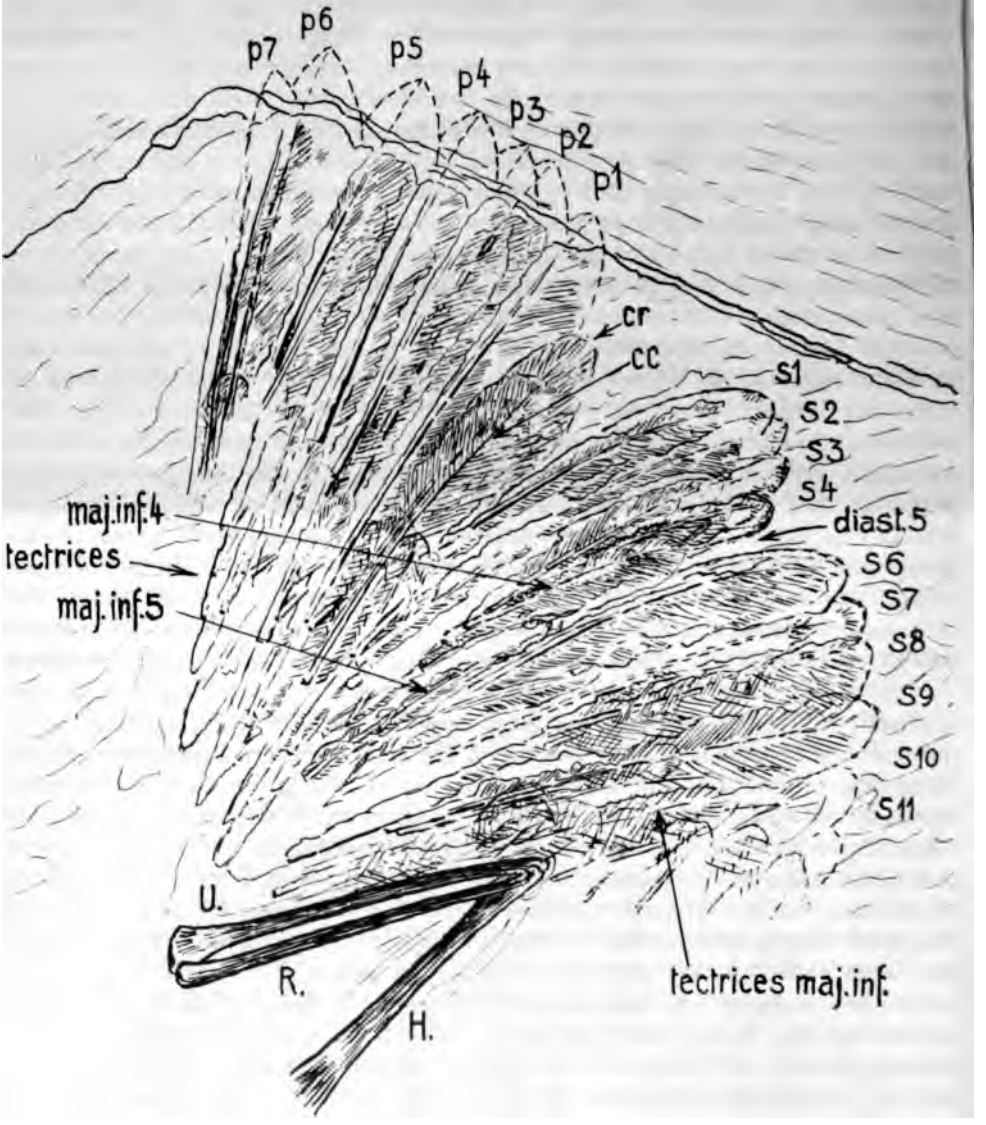


Abb. 1. Rechter Flügel des Londoner *Archaeopteryx*. Nach Original und Photographie auf Pl. XI von DE BEER, 1954, gezeichnet. cc = cubital covert, cr = cubital remex, p1—7 = Handschwingen, durch gestrichelte Umrisslinie ergänzt, s1—11 = Armschwingen, diast. 5 = diastataxische Lücke.

der Grössenordnung einer eutaxischen oder diastataxischen Flügelfederanordnung vorfinden könnten (vgl. Tafelfig. 2, HEILMANN, 1926, und STEINER, 1956, Abb. 9).

Zu dieser Beweisführung fügt sich ganz unerwartet der Fund eines dritten *Archaeopteryx*-Exemplars hinzu, der 1956 nur 250 m von der Lagerstätte des Londoner Vogels, aber in einem 6—8 m höher gelegenen Horizont gemacht wurde. HELLER verdanken wir eine ausführliche, mit zahlreichen, sorgfältig nach modernen phototechnischen Untersuchungsmethoden angefertigten Abbildungen dokumentierte Veröffentlichung über diesen dritten Urvogel (1959). Leider ist der Erhaltungszustand schlecht, schlechter sogar als jener des Londoner Fossils und gar nicht mit jenem des Berliner zu vergleichen. Die Leiche dieses Exemplars war offensichtlich vor der Einbettung schon stark in Verwesung übergegangen, so dass viele Teile sich lösten, verlagerten und selbst verloren gingen (Schädel, Schwanz, Elemente der Extremitäten). Beim Spalten der Versteinerungsplatten erfolgte zudem keine glatte Trennung der Knochen, die zumeist gespalten wurden und sich infolgedessen ungefähr je zur Hälfte auf der liegenden oder auf der hangenden Platte befinden. Immerhin konnte dank dieses Umstandes ein genauer Einblick in den Aufbau des Skelettes gewonnen und der Nachweis geliefert werden, dass die Knochen der Extremitäten, Metapodien und Phalangen fast in ihrer ganzen Erstreckung hohl gewesen sind und sich nicht anders als bei den rezenten Flugvögeln verhalten haben.

Auch bei diesem dritten *Archaeopteryx*-Fossil ist der Abdruck der mit langen Schwungfedern besetzten Flügel das auffälligste Merkmal. Leider haben auch sie vor der Einbettung stark gelitten; der Erhaltungszustand der Federn selbst ist lange nicht so gut wie bei den andern zwei Exemplaren. Ein glücklicher Umstand bewirkte wenigstens einen ungestörten Zusammenhalt der Knochenelemente des linken Flügels, an welchen die Insertionsstellen der Schwungfederschäfte im offensichtlich ursprünglichen Zustand zu beobachten sind. Hier nun sehe ich mich veranlasst, eine Erinnerung aus meiner Studienzeit um 1912 aufzufrischen, als ich mich gerade mit meinem Dissertationsthema der Diastataxie im Vogelflügel zu beschäftigen begann. In den Vorlesungsstunden über vergleichende Anatomie meines unvergesslichen Lehrers Prof. Dr. ARNOLD LANG hing eine Wandtafel, welche den Berliner *Archaeopteryx* darstellte und von einem unbekannten Zeichner genau nach einem Gipsabdruck angefertigt worden war. Im rechten Flügel war unmissverständlich nach den Ansatzstellen der vier ersten Armschwingen ein etwas grösserer Abstand und innerhalb desselben der Abdruck einer grazileren Feder eingezeichnet, somit eine typisch diastataxische Federanordnung. Die Tafel hing auch in späteren Jahren noch lange in den Vorlesungsstunden an der Wand. Sie gab mir den ersten Anstoss, der Frage nach der Diastataxie im Flügel von *Archaeopteryx* nachzuforschen. Und heute mag es als ein seltsames Zusammentreffen erscheinen, wenn in der von HELLER auf Tafel 15 seiner Publikation dargestellten Übersichtsskizze des dritten *Archaeopteryx*-Fundes, offensichtlich wiederum ohne Kenntnis der besonderen Verhältnisse der Diastataxie, aber in getreuer Kopie des vorliegenden Fossils, im Unterarmabschnitt des linken Flügels diese eigentümliche Federanordnung wiederum eingezeichnet wurde (siehe Abb. 2). Auf der photographischen Gesamtansicht des Fossils — Tafel 6 der HELLERschen Abhandlung — kann die Anordnung der Flügelfedern am linken Flügel genauer gesehen werden. Ein Ausschnitt dieser Photographie, welcher

die fragliche Stelle wiedergibt, ist in der Abb. 3 reproduziert worden. Trotz der von HELLER geltend gemachten Schwierigkeit einer Aufgliederung der verschiedenen Federfluren lassen sich doch die im Handabschnitt liegenden Prim. von den zum Unterarm gehörenden Sec. abgrenzen. Wie in den beiden früheren Fossilien scheint auch beim dritten *Archaeopteryx* der Abdruck der Flügelunterseite auf der Schieferplatte sichtbar zu sein, was aus der Überdeckung der äussersten Armschwinge durch die erste, innerste Prim. entnommen werden kann. Diese erste Armschwinge im Handgelenkwinkel ist offensichtlich so gross und gut entwickelt wie beim Londoner Exemplar (Abb. 1 cr), wo sie die carpale Schwungfeder, den «carpal remex» der englischen Autoren, darstellt (MITCHELL, 1899). Sie wird bei den rezenten Vögeln stark verkleinert und oft ganz reduziert. Dieser Feder folgt armeinwärts Sec. 1 am

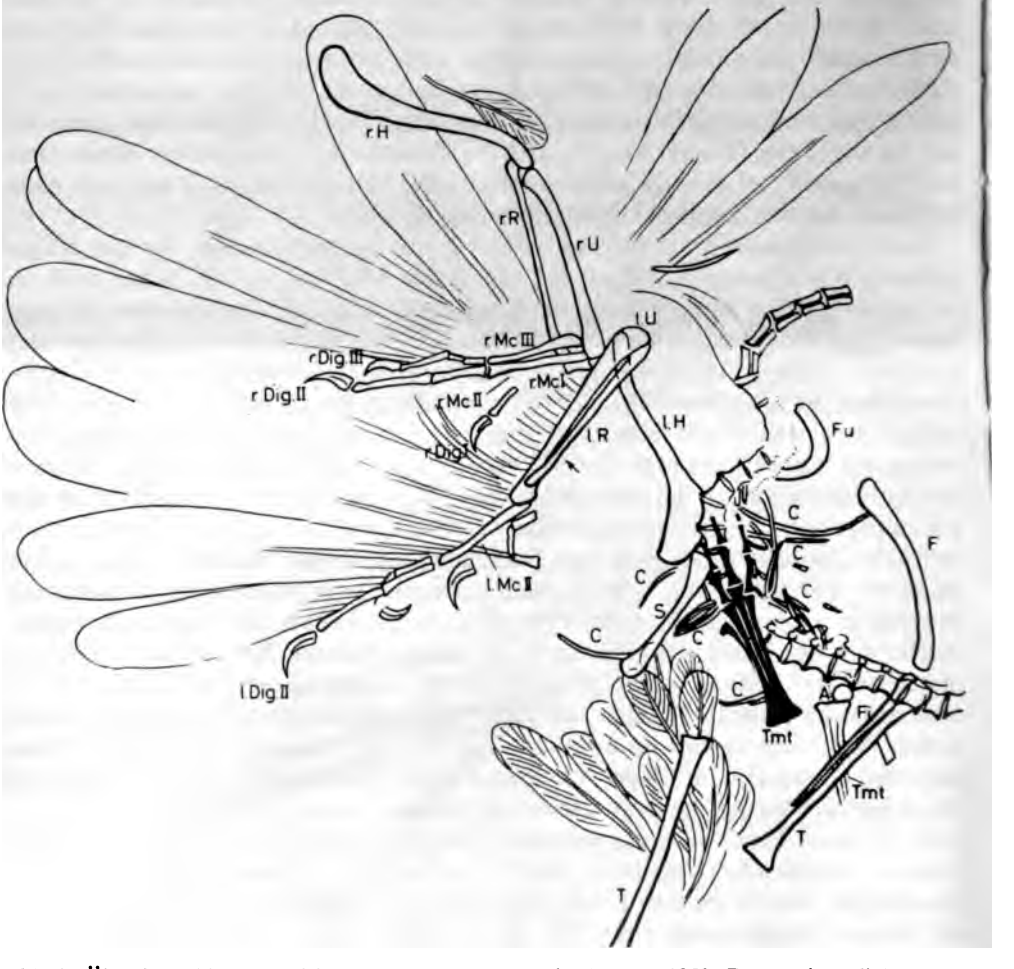


Abb. 2. Übersichtsskizze des dritten *Archaeopteryx*, nach HELLER, 1959. Der nachträglich eingezeichnete Pfeil weist auf die diastataxische Federanordnung am Rande der linken Ulna hin. Tmt = Tarso-Metatarsus.

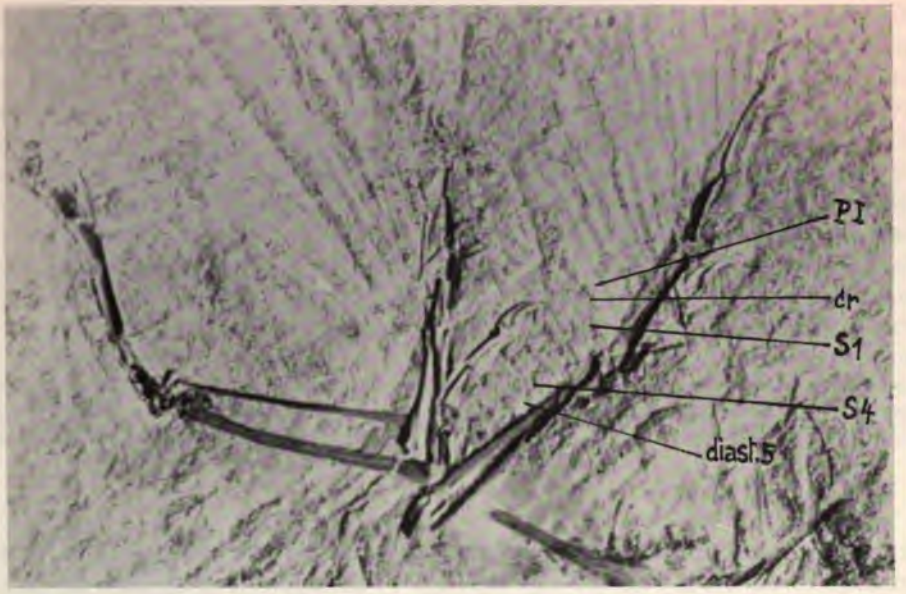


Abb. 3. Linker Flügel des dritten *Archaeopteryx*; nach Photo, Tafel 6, von HELLER, 1959.
cr = cubitale Schwungfeder (cubital remex), S1 = erste, S4 = vierte Armschwinge, diast. 5 = diastataxischer Abstand mit niedriger inserierter Maj. inf. 5; PI = erste Handschwinge.

Ulnaende. Dieses hat sich etwas aus dem Handgelenk gelöst, weshalb Sec. 2, 3 und 4 in einem grösseren Abstand sichtbar werden. Der normale Schaftabstand dieser Armschwingen beträgt durchschnittlich $5^1/_2$ mm. Nach Sec. 4 erscheint aber im Abstand von knapp 4 mm der Abdruck eines viel grazileren Schaftes, der auch anders inseriert ist. Ihm folgen weitere Cubitalschwingen in normalen Abständen. Damit sind nun wirklich diastataxische Verhältnisse festgehalten. Da HELLER am Schlusse seiner Untersuchungen zur Überzeugung gelangt, dass sämtliche bisherigen Archaeornithiden-Funde zu ein und derselben Art *lithographica* gehören, dürfte damit auch für das Londoner und Berliner Exemplar die Diastataxie mehr wie wahrscheinlich bewiesen sein.

Dank der ungestörten Anordnung der Handschwingenschäfte im Abdruck des linken Flügels des dritten *Archaeopteryx* kann auch die Frage nach der Anzahl der vorhanden gewesenen Flugfedern entschieden werden. Deutlich lässt sich die Insertion von 6 ersten Prim. am Metacarpus des zweiten Fingers verfolgen, Prim. 7 sitzt an der Gelenkung der ersten Phalange und liegt wohl auch den Knochen des dritten Fingers auf. Die erste Phalange des zweiten Fingers trägt die Schäfte von Prim. 8 und 9, während die Schaftabdrücke einer zehnten und sogar elften Schwungfeder an der zweiten Phalange von Digit. II zu erkennen sind. Die Krallenendphalangen trugen keine Federn mehr. Die Anzahl der Handschwingen im Flügel von *Archaeopteryx* betrug somit elf. Mit dieser Feststellung ergibt sich eine neue, überraschende Übereinstimmung des Urvogels mit den modernen Flugvögeln. Abb. 4

⑤ S1 P

Abb. 4. Flügel eines 1—2tägigen Nestlings des Wellensi
diastataxische Lücke mit fünfter kleiner Schwungfeder, breit
schwingen mit Insertion am Metacarpale und Phalangen
am Digit. I und II. Original

ist die Photographie eines Aufhellungspräparates de
sittichs, in welchem sowohl die diastataxische Feder
und Insertion der Handschwingen an den Metaca
genau der gleichen Art und Weise festgestellt werde
des dritten *Archaeopteryx* zu beobachten sind.

Damit stellt sich die Frage nach der Flugfähigke
kussion. Ohne auf die sehr umfangreiche Literatur d
lediglich erwähnt, dass die Mehrzahl der Autoren,
bei *Archaeopteryx* nicht nachgewiesen werden kon
unvollkommenes, aktives Flugvermögen zugesproch
lung gehören indessen ausser der vollständigen Befi
aktiven Flug durchaus nahe legt, noch einige ande
Bedeutung der Fingerkrallen, die Flügelhaltung un
die Spezialisierung der hinteren Extremität zum anisod
Baumvögel. Zunächst sei darauf hingewiesen, dass
des Urvogels die Stellung der Flügelkrallen falsch
Wie jedoch aus allen Fossilien eindeutig zu entnehr
und wahrscheinlich etwas nach unten gestellt, womit

Krallenrudimente noch bei sehr vielen Vögeln erhalten, am besten bei den viele primitive Merkmale aufweisenden Ratiten. Von besonderem Interesse dürfte es sein, wenn hier darauf aufmerksam gemacht wird, dass im Flügel eines afrikanischen Straussen-Embryos die Krallenanlagen in genau derselben Stellung nach vorn gerichtet auftreten, wie sie im *Archaeopteryx*-Flügel entwickelt waren. Mit voller Berechtigung dürfte man von einem «Archaeopteryxflügel» beim Straussenembryo sprechen (siehe Abb. 6). Bedeutungsvoll sind weiter die Feststellungen STEGMANNS, 1937, über die Flügelhaltung des Urvogels in der Ruhestellung. Ein Zusammenfalten der Flügel nach Beendigung des Fluges, wie es für die rezenten Vögel charakteristisch ist, war für *Archaeopteryx* noch nicht möglich. Aus der Konfiguration der Ulna und des Radius lässt sich entnehmen, dass sie nicht gegeneinander verschiebbar waren und deshalb die für das Zusammenfalten notwendige Kuppelung des Ellenbogengelenkes mit dem Handgelenk fehlte. Die Flügel hingen seitlich des Körpers herunter, eine recht hinderliche Stellung, die nur durch die Aufrichtung des Körpers und die

Abb. 5. Landung des Urvogels auf dem Zweige einer Auracariacee der Jurazeit. Rekonstruktionsbild von M. REICHEL, 1941.

Abb. 6. Der «*Archaeopteryx*»-Flügel eines ca. 13tägigen Emb
Krallen in Greifstellung nach vorn gewandt.

frühzeitige Ausbildung der Bipedie kompensiert werd
Archaeopteryx die hintere Extremität in ihrer Differenz
fuss der vordern, abgesehen von der Befiederung, sehr
Die von mir beim Londoner und neuestens beim drit
gemachte Existenz einer noch gut entwickelten und
gleichwertigen carpalen Schwungfeder, des carpal rer
stellungen STEGMANNS an Beweiskraft. Offensichtlich i
bis zum vollständigen Verschwinden bei den rezenten
der Faltbarkeit des Flügels in der Ruhestellung verurs

Feder andeutet. Nicht ausgeschlossen ist es, dass eine 11. Handschwinge, die jedenfalls sehr klein gewesen ist, bei einer sorgfältigen Retusche der Platte zum Vorschein käme. Die Hauptplatte weist die Negative der Flügelfederunterseiten auf, ebenso sind auf der Gegenplatte ihre Unterseiten sichtbar. Es ist darnach anzunehmen, dass die Federn selbst, soweit sie erhalten blieben, was sehr zweifelhaft ist, in dieser Gegenplatte stecken. Die Wülste, welche ihr Volumen verursachte, lassen im rechten Flügel deutlich die diastataxische Lücke mit einem schmächtigeren Wulst in ihrer Mitte — Maj. 5, die scheinbar fehlende fünfte Armschwinge — erkennen. Was mich bei der Untersuchung dieses Berliner Fossils am meisten beeindruckte, ist der ausserordentlich deutliche Abdruck der Schwingenschäfte gewesen. Diese sind in der unteren Hälfte sehr breit, über 2 mm, besitzen eine mittelständige Rinne mit scharfen Seitenrändern, welche die horizontale Schichtung des Markgewebes aufweist. Der Querschnitt dieser Schäfte gleicht wohl ausserordentlich jenem des breit angelegten Hauptschaftes der primitiven Casuariidenfeder (STEINER, 1943, und ZISWILER, 1962). In ca. $^2/_3$ ihrer Länge — z. B. bei der fünften linken Handschwinge 5,6 cm von der Spitze — verengern sich die Schäfte plötzlich um fein auszulaufen. Auch die 1861 gefundene einzelne Feder des Urvogels, die zweifellos eine Cubitalschwinge darstellt, besitzt diesen Bau; ihr breiter Schaft und dicke Rami wurden von den ersten Autoren bereits vermerkt. Diese Konfiguration der *Archaeopteryx*-Feder gibt zu denken: denn wie aus der hier veröffentlichten Abbildung eines Frühstadiums des Vogelflügels (Abb. 4) ersichtlich ist, weisen alle Flügelfedern eine enorm verbreitete Schaftanlage auf, die durchaus die Breite entsprechender, die Flügelränder umsäumender Reptilschuppen einnehmen könnten. Diese kegelförmigen Bildungsstätten der Flugfedern verengern sich zusehends und laufen in dünnen Spitzen aus. Bei einem wenige Tage alten Kücken des Emus konnten genau die gleichen kegelförmigen Anlagen der hier stark rudimentierten Flügelfedern festgestellt werden, wobei insbesondere der gleich grosse Anteil von Haupt- und Afterfeder auffällt (vgl. ZISWILER 1962). Mit diesen Beobachtungen gewinnt die Annahme, es habe sich die Vogelfeder aus Reptilschuppen differenziert, deren spitze Enden sich ständig verlängerten, sehr an Wahrscheinlichkeit (BLASZYK, 1935).

Eine weitere bisher strittige Frage im Bau des Urvogels soll hier noch erwähnt werden, da sie ebenfalls durch den dritten Fund ihre definitive Beantwortung gefunden hat. Es ist die Frage nach dem Vorhandensein eines echten Tarso-Metatarsalgelenkes im Fusse von *Archaeopteryx*. HEILMANN wies seinerzeit darauf hin, dass ein solches fehle, da die distalen Tarsalelemente, also die eigentlichen Tarsalia, jedes für sich mit dem entsprechenden Metatarsale verschmolzen gewesen sei. Die Metatarsalia jedoch wären getrennt geblieben. Die Bedeutung eines solchen Zustandes hat wiederum DE BEER hervorgehoben, denn *Archaeopteryx* würde damit im Gegensatz zu allen rezenten Vögeln kein Tarso-Metatarsalgelenk besessen haben, sondern getrennte Tarso-metatarsalia. Dieser wesentliche Unterschied würde die direkte Ableitung der modernen Vögel von einer *Archaeopteryx*-Vorstufe verunmöglichen. Ein glücklicher Zufall liegt nun in dem Falle des dritten Fundes in dem Umstande vor, dass die Metatarsalia eines Fusses, wahrscheinlich des rechten, auf der Basisplatte in festem Verbande ohne Verschiebungen parallel nebeneinander zu sehen sind. Eine Röntgenaufnahme sicherte die Tatsache, dass die scharfe Abgrenzung der drei Knochenröhren gegeneinander ziemlich unvermittelt unterhalb ihrer eigentlichen proximalen Endigungen aufhört und die Proximalenden der Metatarsalia, welche bereits mit der distalen Reihe der Tarsalia verschmolzen sind, in einer einheitlichen Knochenmasse aufgehen. Sie bilden somit einen echten Tarso-Metatarsus, wie er durch weitere Verschmelzung der Metatarsalia bei allen Vögeln weiter entwickelt worden ist (vgl. Abb. 2). Um die Gleichheit der Zusammensetzung des Fussgelenkes beim *Archaeopteryx* und beim modernen Vogel noch deutlicher zu beweisen, bringe ich hier die Abb. 7, welche einen entsprechenden Horizontalschnitt durch den

Tarso-Metatarsus eines $9^1/_2$tägigen Entenembryos zeigt. Auf dieser Entwicklungsstufe entspricht der Verschmelzungsgrad der Tarsalelemente vollkommen jenem im Fusse des Urvogels. Es lassen sich aber noch die selbständigen Anlagen der distalen Tarsalreihe und selbst noch das Rudiment des fünften Zehenstrahls erkennen, somit alle dem Reptilientarsus zukommenden Elemente.

Abb. 7. Längsschnitt durch den Tarso-Metatarsus eines $9^1/_2$tägigen Entenembryos. Originalphoto. Beginn der Verschmelzung der getrennten parallelen Mt. II, III und IV an den proximalen Enden miteinander und den Tarsalia. Erste Zehe wendet sich rückwärts, fünfte Zehe als Rudiment an der Basis von Mt. IV noch sichtbar.

Mit allen diesen Befunden erweist sich der dritte *Archaeopteryx* als eine aufschlussreiche Ergänzung der beiden früheren Exemplare. Am 2. September 1954 hielt DE BEER vor der zoologischen Sektion der "British Association for the Advancement of Science" an ihrer Versammlung in Oxford eine bedeutsame Präsidialrede über *Archaeopteryx* und die Evolution. Darin lenkte er die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dass während noch manche Eigenschaften dieses fossilen Urvogels unverkennbares Reptilienerbe sind, nicht viel weniger Bildungen echte Vogelmerkmale darstellen. Es steht *Archaeopteryx* zwischen zwei Tierklassen, den Reptilien und den Vögeln, und dennoch stellt er kein Übergangs- oder Mittelding dar. Keine oder sehr wenige seiner Merkmale sind wirklich intermediär, denn während di

noch ganz reptilienhaft verbleiben, sind die anderen schon echt vogelartig. Diese Merkmale liegen wie ein Mosaik nebeneinander, derart, dass der Übergang vom Reptil zum Vogel sich, wie es DE BEER zu bezeichnen vorschlägt, in einer Art von «Mosaik-Evolution» abspielte. Bei diesem Entwicklungsgang sind es immer nur einzelne Strukturen und Organsysteme, welche genotypisch und konstitutionell durch die Selektion gefördert werden und damit die Merkmale einer nächsthöheren Klasse entwickeln, ohne die früheren ganz zu verlieren. Auf diese Weise müssen Formen entstehen, die eine Mischung, ein Mosaik, ursprünglicher und spezialisierter Eigenschaften aufweisen. Beispiele hierfür liefern alle Klassen der Wirbeltiere. Sie sind dem Paläontologen gut bekannt. Dennoch scheint es mir fraglich zu sein, ob die Bezeichnung Mosaik-Evolution das Wesen der evolutiven Vorgänge wirklich erfasst. Zunächst ist es nicht denkbar, dass im harmonischen Aufbau und funktionellen System eines Organismus einzelne Teile sich selbständig weiter entwickeln könnten, ohne andere Teile oder Organe und damit den Gesamtorganismus zu beeinflussen. Sodann ist in allen diesen Beispielen der Übergangstypen unverkennbar, wie das eigentliche Agens der Evolution ein Wechsel der Lebensbedingungen gewesen ist. Ein jeder solcher Wechsel lässt einen Organismus nur weiterbestehen, wenn ihm die Anpassung an die neuen Lebensbedingungen durch den erhöhten Selektionsdruck auf die in erster Linie hierfür in Betracht kommenden Organe und Strukturen gelingt. So war es beim Übergang vom Wasser zum Landleben bei den fischartigen Vertebraten unter vorauseilender Ausbildung pentadaktyler Extremitäten *(Ichthyostega)*, bei den Reptilien infolge der gänzlichen Emanzipation vom Wasserbiotop (Hornschuppen, Entwicklung der Eier mit Amnionbildung des Embryos), bei den Mammaliern bei ihrer Anpassung an eine ausserordentliche Vielgestaltigkeit ihres Lebensraumes (Haare, Homoiothermie, heterodontes Gebiss, Squamoso-dentales Kiefergelenk, Zwerchfell, Milchdrüsen, Gehirnentfaltung). Sie alle weisen aber neben den für ihren Klassentypus charakteristischen Eigenschaften eine mehr oder weniger grosse Anzahl unverkennbar primitive Merkmale auf, welche ihren früheren Organisationsstufen zukamen. Es sind Merkmale, welche für die neuen Anpassungen nicht in Betracht kamen. Solange sie ihre Funktionsfähigkeit nicht einbüssten, konnten sie noch neben den fortschrittlichen Differenzierungen bestehen bleiben, aber sobald sie bedeutungslos wurden, fallen sie der Rudimentation anheim. Das Nebeneinander höherer und primitiver Merkmale ist somit eine allgemeine Evolutionserscheinung, verschieden ist im konkreten Falle lediglich der Grad der Rudimentation ursprünglicher Differenzierungen, die so weit gehen kann, dass Rudimente vollständig verschwinden und damit der Übergangscharakter der betreffenden Form ausgelöscht wird. Die Evolution, Entwicklung einer Tierform aus einer andern, stellt sich nicht als ein Mosaik der Merkmale dieser beiden Tierformen in den sogenannten "missing links" dar, sondern in der Bildung neuer Eigenschaften auf einer übernommenen früheren Grundlage, welche selbst allmählich verschwindet. Dass hierbei vielfach ein Funktionswechsel der früheren Organe eintritt, der aber ihre Struktur vollständig ändert, soll nicht übersehen werden, auch nicht, dass funktionslos gewordene Strukturen, solange sie nicht stören oder ihr Material zum Aufbau neuer Bildungen gebraucht wird, sehr lange persistieren können. Darnach erscheint *Archaeopteryx* nach wie vor als ein Dokument der schon im Mesozoikum eingetretenen, beschleu-

nigten Entwicklung zum flugfähigen Vogel. Mit der Differenzierung der Federn, ihrer diastataxischen Anordnung und Anzahl im Flügel und der durch den anisodaktylen Fuss bewiesenen Bipedie, treten bei dieser Übergangsform gerade jene Merkmale in den Vordergrund der Evolution, welche durch den Erwerb des Flugvermögens in Anpassung an die Fortbewegung in der Luft aus einem Reptil den modernen fliegenden Vogel entstehen liessen.

Literatur

Beer, G. de, 1954: *Archaeopteryx lithographica.* British Museum (Nat. Hist.), London.

— 1954: *Archaeopteryx* and Evolution. Advanc. of Science No. 42.

Blaszyk, P., 1935: Untersuchungen über die Stammesgeschichte der Vogelschuppen und Federn. Morph. Jb. *75.*

Bohlin, B., 1947: The Wing in the Archaeornithes. Zool. Bidr. Uppsala, *25.*

Dames, W., 1884: Über *Archaeopteryx.* Paläont. Abh. 2. Berlin.

Heilmann, G., 1926: The Origin of Birds. Witherby Co. London.

Heinroth, O., 1923: Die Flügel von *Archaeopteryx.* Journ. Ornith. *71.*

Heller, F., 1959: Ein dritter *Archaeopteryx*-Fund aus den Solnhofener Plattenkalken von Langenaltheim/Mfr. Erlanger geol. Abh. Heft 31.

Huxley, T. H., 1868: Remarks upon *Archaeopteryx lithographica.* Proc. R. Soc. London, *16.*

Lambrecht, K., 1933: Handbuch der Palaeornithologie. Berlin.

Meyer, von H., 1861: *Archaeopteryx lithographica* (Vogel-Feder) und *Pterodactylus* von Solenhofen. N. Jb. Mineral. etc. Stuttgart.

Mitchell, Ch. P., 1899: On so-called "Quintocubitalism" in the Wing of Birds. J. Linn. Soc. London, Zool. *27.*

Owen, F. R., 1863: On the Fossil Remains of a longtailed Bird (*Archaeopteryx macrurus* Ow.) from the Lithographic Slate of Solenhofen. Proc. R. Soc. London *12.* — Id. 1864: Philos. Trans. R. Soc. London *153.*

Petronievics, B., 1925: Über die Berliner *Archaeornis.* Beitrag zur Osteologie der Archaeornithes. Genf.

— 1950: Les deux oiseaux fossiles les plus anciens (*Archaeopteryx* et *Archaeornis*). Belgrad.

Reichel, M., 1941: L'Archéoptéryx. Un ancêtre des Oiseaux. Nos Oiseaux, Neuchâtel, No 159.

Savile, D. B. O., 1957: The Primaries of *Archaeopteryx.* The Auk, *74.*

Stegmann, B., 1937: Über die Flügelhaltung von *Archaeornis* in der Ruhestellung. Ornith. Monatsber. *45,* Nr. 6.

Steiner, H., 1917: Das Problem der Diastataxie des Vogelflügels. Jena. Zeitschr. Naturw. *55.* — Id. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich *61.*

— 1938: Der «*Archaeopteryx*»-Schwanz der Vogelembryonen. Vierteljahrsschr. NGZ, *83,* Beibl. Nr. 30.

— 1943: Der strukturelle Aufbau der Kasuarfeder und seine Bedeutung für das Afterschaft-Problem. Rev. Suisse Zool., *50.*

— 1956: Die taxonomische und phylogenetische Bedeutung der Diastataxie des Vogelflügels. Journ. Ornith. *97.*

— 1958: Nachweis der Diastataxie im Flügel von Emu und Kasuar, Ordnung Casuarii der Ratiten. Rev. Suisse Zool., *65.*

Ziswiler, V., 1962: Die Afterfeder der Vögel. Untersuchungen zur Morphogenese und Phylogenese des sogenannten Afterschaftes. Zool. Jb. Anat. *80.*

Neuer Fund der afrikanischen Hausschlange, *Boaedon fuliginosum fuliginosum* (Boie) in Südmarokko

Von

HANS SCHNURRENBERGER (Zollikon/Zürich)

Das Vorkommen von *Boaedon* in Südmarokko wurde erstmals von DOLLFUS (1928: 14) erwähnt. Der Fundort ist «Environs de Taroudant» im Sous-Tal. Dieser Fund blieb bisher der einzige auf dem Gebiet des heutigen Königreiches Marokko. VILLIERS (1950a: 72; 1950b: 44) gibt Südmarokko als Verbreitungsgebiet der Hausschlange kommentarlos an, während SAINT GIRONS (1956: 10) die Möglichkeit einer «importation accidentelle» in Betracht zieht. Bereits BOULENGER (1893: 331) erwähnt aber in seinem Catalogue of the Snakes in the British Museum einen *Boaedon* aus der «Fischer Collection» mit Fundort «Cape Yubi». Das Kap Yubi liegt an der Küste der spanischen Sahara (Rio de Oro), nur ca. 200 km südwestlich der südlichen Küstengrenze und wenig südlich der geographischen Breite des südlichsten Punktes von Marokko, so dass das Vorkommen dieser Schlange in Südmarokko schon aus den damaligen Angaben im Bereich der Möglichkeit lag.

Kürzlich erhielt ich von Herrn W. ZINNIKER, Zofingen, eine kleine Schlange zugestellt, die er von einem Händler aus Marokko zusammen mit einigen weiteren Reptilien (u. a. einem *Ophisaurus koellikeri*) erhalten hatte. Leider wies das Tier eine starke Verletzung am Schwanz auf. Der Händler, der offenbar einige Kenntnisse der marokkanischen Fauna besass, bemerkte, dass er bisher noch keine solche Schlange in seinem Lande gesehen habe. Nach näherer Untersuchung stellte ich eindeutig fest, dass es sich hier um einen *Boaedon fuliginosum fuliginosum* handelte (Abb. 1). Der Herkunftsort der Schlange ist Inezgane südlich Agadir, an der Mündung des

Abb. 1. ***Boaedon fuliginosum fuliginosum*** **von Inezgane.**

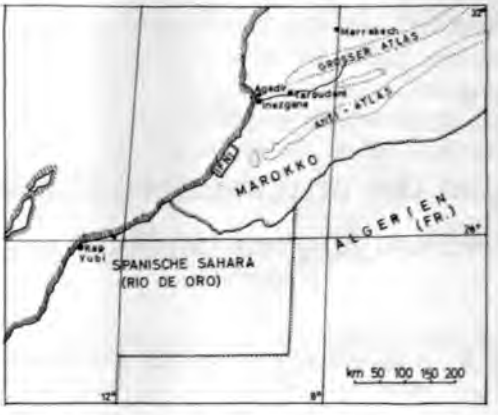


Abb. 2. Aufzeichnung der Fundorte von *Boaedon* in Südmarokko und Kap Yubi.

ales, also ca. 50 km westlich des ersten Fundortes. Das Vorkommen der hlange im Sous-Tal ist damit bestätigt (Abb. 2).

Färbung des Tieres ist graubraun mit hellgrauer Unterseite. Die Haut schillert ebenden Tier, besonders nach der Häutung, in allen Farben, wie dies bei *es cenchris* der Fall ist. In der Gefangenschaft nahm sie *Lacerta agilis* an.

hstehend gebe ich vergleichsweise einige Masse und Schuppenzahlen der drei t erwähnten Tiere an. Die Angaben über die Hausschlange von Taroudant ich über Prof. Dr. E. KRAMER, Kollbrunn, von Dr. H. SAINT-GIRONS freund-

Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommender Ameisenarten

Von

ELISABETH HAUSCHTECK

Aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich

(Mit 15 Textabbildungen)

Die vorliegenden Ergebnisse sind ein Beitrag zu den von mir begonnenen cytotaxonomischen Untersuchungen an Ameisen (HAUSCHTECK 1961). — Die Resultate der bis 1920 erschienenen Arbeiten wurden bereits besprochen (HAUSCHTECK 1961).

In neuerer Zeit haben sich zwei weitere Arbeitsgruppen mit Ameisencytologie beschäftigt (WHELDEN, HASKINS 1953) (PEACOCK, SMITH, HALL, BAXTER 1954). PEACOCK *et al.* haben ausführlich Biologie und Cytologie von *Monomorium pharaonis* behandelt und die diploide Chromosomenzahl 22 bei ♀♀ und die haploide Zahl 11 bei ♂♂ gefunden. Ausserdem fanden die Autoren polyploide Zellen in larvalem Gewebe. Eine genauere Charakterisierung des Chromosomensatzes konnte vorgenommen werden. Im haploiden Satz heben sich ein ausserordentlich langes und ein zweites, weniger langes Chromosom deutlich von den übrigen ab. Die Publikation von WHELDEN und HASKINS wurde von SMITH und PEACOCK sehr eingehend kommentiert. Obwohl mir die von WHELDEN und HASKINS untersuchten Arten nicht zur Verfügung standen, scheinen auch mir die Ergebnisse nicht gesichert und können daher im folgenden nicht berücksichtigt werden.

Material und Methode

Ausser *Stenamma brevicorne* aus Ithaka (USA) und einem Nest von *Lasius (Dendrolasius) fuliginosus* aus Pavia stammen alle von mir untersuchten Tiere aus der Schweiz. Die analysierten Zellteilungen wurden aus Vorpuppen gewonnen, und zwar aus Gehirnen von Arbeitern und Geschlechtstieren sowie aus den Gonaden beider Geschlechter. Die zu untersuchenden Organe fixierte ich meistens mit 50%iger Essigsäure und färbte sie anschliessend mit Hämatoxylin nach Gomori (MELANDER, WINGSTRAND 1953) oder mit Orcein-Essigsäure (1% Orcein in 50%iger Essigsäure). Ein ebenfalls angewandtes Verfahren bestand darin, die herauspräparierten Organe unmittelbar in Orcein-Essigsäure zu überführen. In allen Fällen wurden Quetschpräparate hergestellt.

Ergebnisse

Weibchen und Arbeiterinnen enthielten vorwiegend diploide Zellen, die hen vorwiegend haploide. In den Gehirnen sowohl der Weibchen und Arbeiin als auch der Männchen findet man Zellen mit verdoppeltem Chromosomenbb. 1). Der verdoppelte haploide Chromosomensatz des Männchens könnte

Abb. 1. *Stenamma brevicorne*. 4n = 16. Mitose aus den Kopfganglien einer Arbeiter-Vorpuppe.

ine Diploidie vortäuschen, wenn nicht daneben auch noch haploide Zellen den wären. Männchengehirne z. B. von *Lasius (Dendrolasius) fuliginosus* ent- niemals nur diploide Mitosen. So fand ich unter 16 Metaphasen eines Männhirns 4 mit diploidem Chromosomensatz. Es wurden sowohl unter den hen als auch unter den Weibchen und Arbeiterinnen nie anorthoploide Zellen

nördlich bzw. südlich der Alpen gesammelt wurden. Es zeigte sich zwischen Tieren dieser beiden Populationen kein chromosomaler Unterschied, weder in der Zahl noch in der Gestalt der Chromosomen. Die Metaphaseplatten aller Lasien mit $2n = 28$ enthalten neben 26 etwa gleich langen Chromosomen ein deutlich grösseres Chromosomenpaar.

Die Zahl 28 kommt ausser bei *Lasius* noch bei den drei bisher untersuchten Vertretern der Gattung *Camponotus* (Abb. 8) und bei den beiden Myrmicinen *Strongylognathus huberi alpina* (Abb. 9) und *Tetramorium caespitum* vor. Während sich der Chromosomensatz von *Camponotus* durch ein langes Chromosomenpaar auszeichnet — besonders deutlich bei *C. vagus* und *lateralis* —, lassen sich die Chromosomensätze

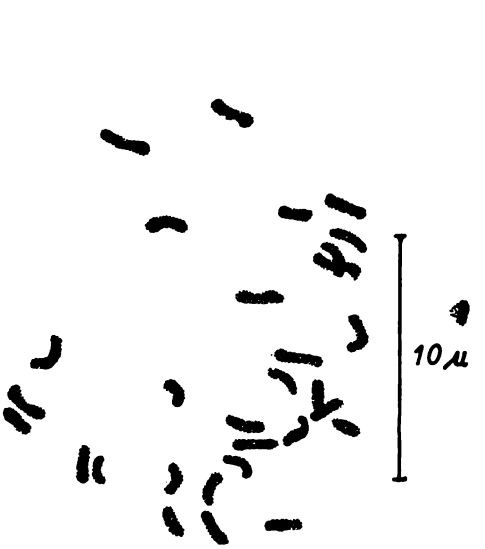


Abb. 4. *Lasius (Lasius) niger.* $2n = 30$. Oogonienmitose.

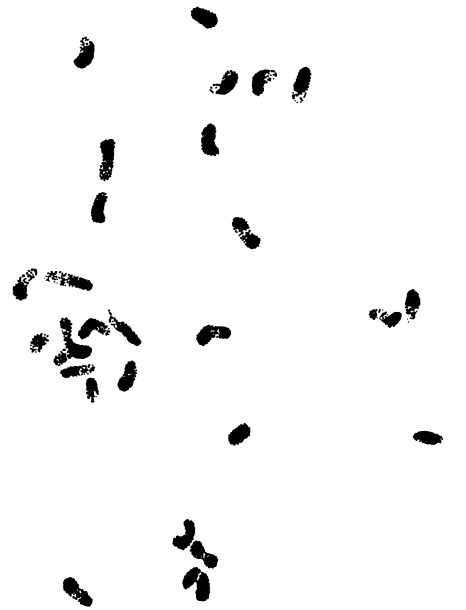


Abb. 5. *Lasius (Lasius) emarginatus.* $2n = 30$. Neuroblastenmitose.

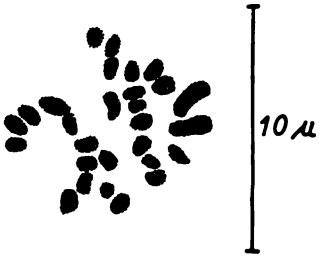


Abb. 6. *Lasius (Lasius) alienus.* $2n = 28$. Neuroblastenmitose.

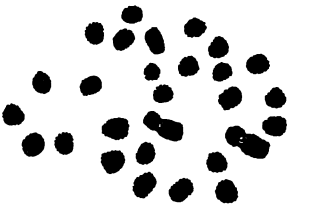


Abb. 7. *Lasius (Dendrolasius) fuliginosus.* $2n = 28$. Neuroblastenmitose.

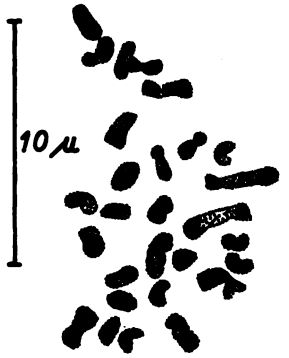


Abb. 8. *Camponotus lateralis.* 2n = 28. Neuroblastenmi

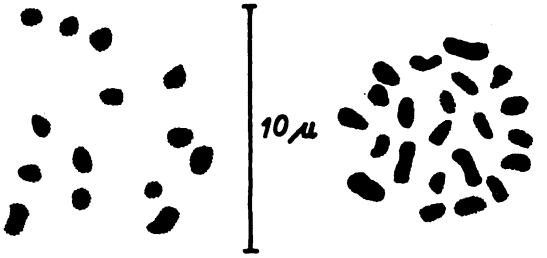


Abb. 9. *Strongylognathus huberi alpina.* n = 14. Spermatogonienmitose.

Abb. 10. *Aphaenogaster subterranea.* 2n = 22. Oogonienmitose.

Abb. 11. *Leptothorax tuberum tuberum.* 2n = 18. Neuroblastenmitose.

Abb. 12. *Leptothorax tuberum nigriceps.* 2n = 18. Neuroblastenmitose.

der beiden Myrmicinen nach den bis jetzt erhaltenen Mitosen nicht weiter charakterisieren. Ihre Chromosomen sind alle etwa gleich lang.

Der 22 Chromosomen zeigende Satz von *Aphaenogaster subterranea* zeichnet sich durch vier Elemente aus, die länger sind als die übrigen (Abb. 10).

Bei beiden untersuchten Leptothorax-Unterarten, *L. tuberum tuberum* und *L. tuberum nigriceps*, wurden 18 Chromosomen gezählt (Abb. 11, 12). Auffällig ist das grösste Paar, das mindestens doppelt so lang ist wie das nächst kleinere (Abb. 13). Alle übrigen Chromosomen sind ungefähr gleich lang. *Leptothorax* zeichnet sich ausser durch dieses ausserordentlich lange Chromosomenpaar noch durch eine weitere Eigenart aus. Ein Chromosomenpaar, das dritte der Abb. 13, neigt offensichtlich zum

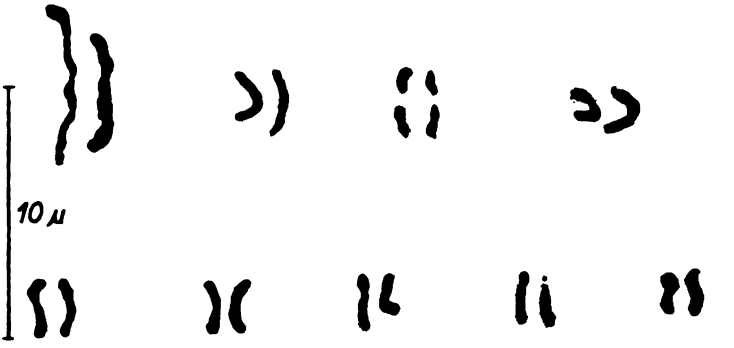


Abb. 13. *Leptothorax tuberum tuberum.* Karyotyp einer Neuroblastenmitose.

Zerreissen. Dieser Umstand erschwerte zunächst die Ermittlung der genauen Chromosomenzahl, weil man möglicherweise die beiden Teile dieser Chromosomen separat zählt. Bei genauer Prüfung ist jedoch eine schwache Verbindung zwischen diesen beiden Chromosomenteilen zu erkennen. Manchmal besteht lediglich eine starke Einschnürung in der Mitte des Chromosoms. Die Vermutung liegt nahe, dass es sich dabei um eine SAT-Zone handelt, die durch starke mechanische Beanspruchung bei der Präparation zerreisst. Ausser dieser mittleren Einschnürung ist noch eine zweite, weniger deutliche vorhanden.

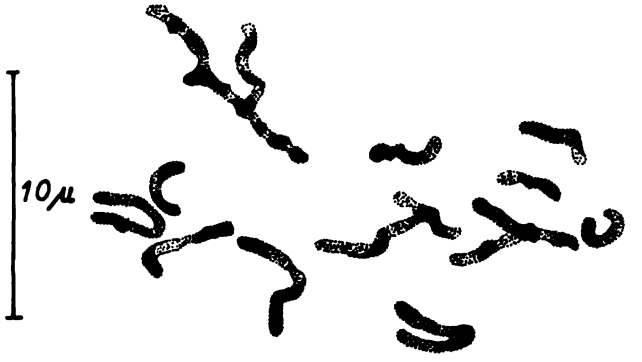


Abb. 14. *Prenolepis imparis.* 2n=16. Neuroblastenmitose.

nolepis imparis hat 16 Chromosomen (Abb. 14). Vergleicht man die Länge eliebigen einzelnen Chromosoms von *Prenolepis imparis* mit der eines Chromo- on *Lasius emarginatus*, so fällt auf, dass *Prenolepis* die längeren Chromosomen

bisher niedrigste von mir gefundene Chromosomenzahl hat *Stenamma brevi-* Die diploiden Metaphasen zeigen 8 Chromosomen (Abb. 15). Die 8 Chromo- sind schwer voneinander zu unterscheiden. Aus Anaphaseplatten ist ersicht- ass alle Chromosomen medio- bis submediozentrisch sind.

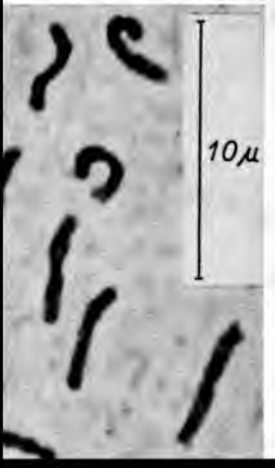


Abb. 15. *Stenamma brevicorne*. 2n = 8. Neuroblastenmitose.

Tabelle 1. Zusammenstellung der Arten nach ihren Chromosomenzahlen

2n	Spezies	U.-Familie
30	*Lasius (Chthonolasius) flavus* Fabricius	Formicinae
	Lasius (Chthonolasius) umbratus Nylander	Formicinae
	Lasius (Lasius) niger Linné	Formicinae
	Lasius (Lasius) emarginatus Olivier	Formicinae
28	*Lasius (Lasius) alienus* Foerster	Formicinae
	Lasius (Dendrolasius) fuliginosus Latreille	Formicinae
	Camponotus ligniperda Latreille[1]	Formicinae
	Camponotus vagus Scopoli[1]	Formicinae
	Camponotus lateralis Olivier	Formicinae
	Strongylognathus huberi alpina Wheeler	Myrmicinae
	Tetramorium caespitum Linné[1]	Myrmicinae
24	*Pheidole pallidula* Nylander[1]	Myrmicinae
22	*Monomorium pharaonis* Linné[2]	Myrmicinae
	Solenopsis fugax Latreille[1]	Myrmicinae
	Aphaenogaster subterranea Latreille	Myrmicinae
18	*Leptothorax tuberum tuberum* Fabricius	Myrmicinae
	Leptothorax tuberum nigriceps Mayr	Myrmicinae
16	*Prenolepis imparis* Mayr	Formicinae
8	*Stenamma brevicorne* Mayr	Myrmicinae

[1] HAUSCHTECK 1961.
[2] PEACOCK, SMITH, HALL, BAXTER 1954.

vorwiegend Arten mit hohen Chromosomenzahlen zu finden seien, unter den Myrmicinen dagegen solche mit kleineren und dazu sehr verschiedenen Chromosomenzahlen. Darüber hinaus zeichnet sich eine weitere Regel ab. Mit steigender Chromosomenzahl nimmt die Grösse der einzelnen Chromosomen ab. So zeigt z. B. *Stenamma* 8 lange Chromosomen (Abb. 15), Lasius niger dagegen 30 kleine (Abb. 4). Eine intermediäre Stellung nimmt *Leptothorax* (Abb. 11) ein mit 18 Chromosomen, von denen ein Paar etwa die Länge von denen *Stenammas* hat. Alle übrigen Chromosomen sind klein wie die von *Lasius niger*. Da man *Stenamma* als ziemlich ursprünglich betrachtet, die Formicinen dagegen sicher abgeleitete Formen sind, wäre es denkbar, dass eine Vergrösserung der Chromosomenzahl auf Kosten der Länge des Einzelchromosoms stattgefunden hat. Weitere Untersuchungen sind geplant.

Die vorliegende Arbeit wurde mit Unterstützung der KARL HESCHELER-Stiftung und der ANTOINE CLARAZ-Stiftung durchgeführt. Herrn Prof. Dr. H. BURLA danke ich herzlich für seine zahlreichen Anregungen und sein stetes Interesse am Fortgang der Untersuchungen. Herr W. LEUTERT sammelte und bestimmte das schweizerische Tiermaterial. Ich möchte ihm hierfür sehr danken. Den Herren Professoren W. L. BROWN und M. PAVAN danke ich für die grosszügige Überlassung von Untersuchungsmaterial und für ihre wertvollen Ratschläge. Herrn H. JUNGEN danke ich für seine Hilfe beim Verfassen des Manuskripts.

Summary

Chromosome sets of twelve ant species from the subfamilies Myrmicinae and Formicinae have been investigated and diploid numbers between 8 and 30 have been found (see Table). The diploid chromosome number of the *Formicinae* is usually higher than those of the *Myrmicinae*. Species with low Chromosome numbers have longer chromosomes than species with high chromosome numbers. In the genus *Lasius*, four species have a diploid number of 30 and two species have a diploid number of 28 chromosomes. The latters belong to two different subgenera.

The karyotype of *Leptothorax* exhibits an exceptionally long chromosome and shows additionally two striking constrictions on one pair of chromosomes.

Literatur

HAUSCHTECK, E. 1961. Die Chromosomen von fünf Ameisenarten. Rev. Suisse Zool., 68: 218—223.

HENKING, H. 1892. Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. III. Spezielles und Allgemeines. Zeitschr. wiss. Zool., 54: 1—275.

HOGBEN, L. T. 1920. Studies on synopsis. I. Oogenesis in the *Hymenoptera*. Proc. Roy. Soc. London, 91: 268—294.

MELANDER, Y. and K. G. WINGSTRAND. 1953. Gomori's Hematoxilin as a chromosom stain. Stain Technology, 28: 217—223.

PEACOCK, A. D., I. C. SMITH, D. W. HALL and A. T. BAXTER. 1954. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). (8) Male production by parthenogenesis. Entom. Mon. Mag., 90: 154—158.

SMITH, I. C. and A. D. PEACOCK. 1957. The cytology of Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) Proc. Roy. Soc. Edin., B 66: 235—261.

WHELDEN, R. M. and C. P. HASKINS. 1953. Cytological and histological studies in the *Formicidae*. I. Chromosome morphology and the problem of sex determination. Ann. Ent. Soc. Amer., 46: 579—595.

Zur Altersfrage des höheren und des tieferen Deckenschotters in der Nordostschweiz

Von

RENÉ HANTKE

Problemstellung

Seit A. GUTZWILLER (1894, 1912), E. BRÜCKNER (1909) und ROMAN FREI (1912) werden in der Schweiz zwei hochgelegene Schotterfluren unterschieden und als Reste früherer, altpleistozäner Talbodenfüllungen gedeutet. Da sie auf dem Tafeljura und auf Molassehöhen des nördlichen Mittellandes meist zusammenhängende und oberflächlich stark verkittete Schotterplatten bilden, die sich mehr oder weniger gut in zwei Systeme einfügen lassen, wurden sie als höherer (oder älterer) und tieferer (oder jüngerer) Deckenschotter bezeichnet und der Günz- bzw. der Mindel-Eiszeit zugeschrieben. In der dazwischenliegenden Interglazialzeit wären die Talsohlen bis auf die Auflagerungsfläche des tieferen Deckenschotters eingeschnitten worden.

Diese Deutung des pleistozänen Geschehens dürfte wohl für den Bereich ausserhalb der grössten Vergletscherung, in der Schweiz für das Rheintal unterhalb Rheinfelden, zutreffen. Dort lassen sich beidseits des Rheins bis über Basel hinaus mehrere kleinere und grössere Schottervorkommen beobachten, die sich zwanglos Schotterfluren zuordnen lassen und tatsächlich früheren Kaltzeiten entsprechen dürften.

Für den innermoränischen Bereich, insbesondere für denjenigen innerhalb der Würm-Endmoränen, scheinen die Dinge nach den neuesten Untersuchungen jedoch etwas komplexer zu liegen als bisher allgemein angenommen wurde. Jedenfalls sind nicht sämtliche, bisher als ältere bzw. jüngere Deckenschotter angesprochenen Schottervorkommen altpleistozän und der Günz- bzw. der Mindel-Eiszeit zuzuordnen. Dies gilt zunächst für die alpennahen Vorkommen am Regelstein S des Ricken, die hochgelegenen Schotter im oberen Tösstal, am Tannenberg NW St. Gallen, auf der Heid ENE Wil, aber auch für diejenigen auf der Albiskette, an der Lägern und selbst für das klassische Gebiet der schweizerischen Deckenschotter, für den Raum zwischen dem Untersee und der unteren Aare.

Da Deckenschotter-Ablagerungen in der Westschweiz fehlen, wurde A. JAYET schon vor 20 Jahren dazu geführt, die Eiszeitenfolge dort auf zwei Vergletscherungen, auf eine Riss- und eine Würm-Eiszeit, zu beschränken. Ihm folgte später F. HOFMANN

(1951) für den Abschnitt des thurgauisch-st. gallischen Grenzgebietes. Das Fehlen altpleistozäner Ablagerungen in der Westschweiz innerhalb des Bereiches der Würm-Vereisung lässt sich jedoch verstehen, wenn wir in Betracht ziehen, dass auch in der Nordostschweiz verschiedene, bisher als höhere und tiefere Deckenschotter bezeichnete Schottervorkommen gar nicht der Günz- bzw. der Mindel-Eiszeit zuzuweisen sind, sondern jüngere, riss- und würmeiszeitliche Eisrandschotter darstellen. Ursprünglich allenfalls vorhandene ältere Schotter wurden innerhalb der äussersten Gletscherenden der Würm-Eiszeit zweifellos grösstenteils wieder ausgeräumt; dagegen blieben solche ausserhalb der Reichweite des letzteiszeitlichen Maximalstandes weitgehend erhalten.

So beobachtete neulich R. F. RUTSCH bei Kartierungsaufnahmen um Signau im Emmental ausserhalb der Würm-Vergletscherung in verschiedenen Höhen randglaziale Schotter, die er als risseiszeitliche Ablagerungen deuten möchte. In der Ostschweiz wären derartige hochgelegene verkittete Schottervorkommen bedenkenlos als Deckenschotterreste interpretiert und ins Altpleistozän gestellt worden.

Die Auffassung, wonach die höheren Deckenschotter einst auf einer sanft gegen NW einfallenden Peneplain abgelagert worden wären, ist schon mehrfach angezweifelt worden. Aus den verschiedenen Höhenlagen der Auflagerungsfläche und aus dem lokalen Verband von Molasse und Schotter leitet H. SUTER (1944: 84) ab, dass die Vorkommen von höherem Deckenschotter zwischen Limmat, Glatt und Rhein, dem Hauptverbreitungsgebiet der Deckenschotter in der Nordschweiz, nicht als Reste einer einzigen, ursprünglich mehr oder weniger zusammenhängenden Schotterdecke betrachtet werden können, sondern dass sie vielmehr Reste von in Felsrinnen eingelagerten Schottersträngen darstellen, die durch breite Molasserücken voneinander getrennt waren.

Die Annahme, dass die Schotterfluren über die heutigen Täler hinweg miteinander zu verbinden sind, dürfte nicht ohne weiteres zutreffen. Vielmehr kommt einer solchen Fastebene als einstige Landoberfläche gar keine reale Existenz zu, hingegen lassen sich zahlreiche Vorkommen zwanglos als seitliche Schotterfluren mächtiger Gletscher erklären, die ganz bestimmte Eisränder voraussetzen. Die einstige Landoberfläche wäre somit durch Ränder einstiger Eisoberflächen zu ersetzen.

Während früher das Verhältnis von Glazialerosion und fluviatiler Erosion lange Zeit nicht klar erkannt und damit die Talbildung in der Schweiz, insbesondere von ALB. HEIM, einseitig der fluviatilen, interglazialen Eintiefung zugeschrieben wurde, konnte diese Auffassung in neuerer Zeit durch schlüssigere Beweise einwandfrei widerlegt werden. Dagegen ist der jungtertiären, insbesondere der pliozänen fluviatilen Erosion viel zu wenig Beachtung geschenkt worden.

Im schweizerischen Mittelland wurde die Eintiefung bisher im wesentlichen in die Günz/Mindel- und in die Mindel/Riss-Interglazialzeit verlegt. Die Talbildung ist jedoch teilweise sicher älter und, wie ALB. HEIM annahm, tatsächlich fluviatil. Sie dürfte, wie auf der S-Abdachung der Alpen, zu einem beträchtlichen Masse ins Pliozän fallen, dessen Dauer ein Vielfaches des Pleistozäns betrug. Ohne Zweifel setzte sie bereits während und unmittelbar nach der mise-en-place der helvetischen Decken ein, als sich kräftigere Niveaudifferenzen einstellten. Da in der Schweiz pliozäne Ablagerungen, von einigen kleinen disjunkten Vorkommen abgesehen,

fehlen, ist es höchst wahrscheinlich, dass eben bereits damals und nicht erst im Eiszeitalter kräftig erodiert wurde.

Ohne Zweifel haben Grabenbrüche bei der Talbildung mitgewirkt, doch sind sie grösstenteils kaum jungpleistozänen Alters, sondern dürften mit den letzten bedeutenderen alpinen Bewegungen in Zusammenhang zu bringen sein. Damit ist auch die Frage, ob wirklich die Eintiefungen im Mittelland stets in den Interglazialzeiten erfolgten, erneut aufgegriffen. Ob Erosion oder Akkumulation vorlag, hing stets von der Lage der jeweils wirksamen Erosionsbasis ab. Kolkwirkung der vorstossenden Gletscher und glazial isostatische Überlegungen lassen im gefällsarmen Mittelland die Taleintiefungen des Pleistozäns vielmehr in die Kaltzeiten verlegen. Überdies kam es wohl auch schon in den früheren Interglazialzeiten in glazial übertieften Tälern des Mittellandes zur Seebildung und damit über weite Strecken zur Akkumulation limnischer Sedimente. Insbesondere deuten die tiefen, vom spätrisseiszeitlichen Gletscher freigegebenen Wannen, die — durch Bohrungen mehrfach nachgewiesen — von grossen Seen eingenommen wurden und in denen vor der Würm-Eiszeit mächtige graue Tone zur Ablagerung gelangten, allgemein für interglaziale Akkumulation in den grösseren Talsystemen des Mittellandes. Im alpinen Bereich dagegen erfolgte besonders nach der Freigabe der Täler durch die Gletscher eine kräftige Ausräumung des kaltzeitlich gelockerten und noch nicht von einer Vegetationsdecke hinreichend geschützten Schuttmaterials.

Hochgelegene Schotter zwischen Zürich und dem Alpenrand

Neuere Untersuchungen im Grenzbereich zwischen Linth/Rhein- und Bodensee-Rhein-System und zwischen Linth/Rhein- und Muota/Reuss-System (R. HANTKE 1960, 1961 b) liessen erkennen, dass zahlreiche, bisher auf Grund ihrer Höhenlage zu den Talsohlen, ihres Verkittungsgrades sowie auf Grund des Auftretens von hohlen Geröllen als Deckenschotter älteren Kaltzeiten zugeordnete Schottervorkommen — etwa jene des Üetliberges und des Albis — sich viel zwangloser als jüngere Eisrandschotter, als Schotter der Würm- oder der Riss-Eiszeit, ins pleistozäne Geschehen einfügen.

Im Gebiet zwischen Zürichsee und Zugersee wurde das jüngere Alter der tief gelegenen Schotter des Josefsgütsch und der Baarburg, die ALB. HEIM (1894, 1919) noch als durch alpine Rücksenkung in ihre tiefere Lage gelangt betrachtete und als älteren Deckenschotter der Günz-Eiszeit zuwies, schon von E. BRÜCKNER (1909) und R. FREI (1912) klar erkannt. Nicht die Schotter sind im Pleistozän abgesenkt worden, sondern die Molasseschichten wurden zwischen Albis und Höhronen bereits im Pliozän zu einer deutlichen Synklinale verbogen, was N. PAVONI (1957) bestätigen konnte.

Die von ALB. HEIM (1894, 1919) postulierte Rücksenkung der Deckenschotter liess A. WEBER (1928) über dem Glattal allmählich ausklingen, da sich die von ihm zwischen oberem Tösstal und Alpenrand entdeckten hochgelegenen Schottervorkommen auf dem Stoffel, bei Ober-Rellsten, auf der Ghöchweid und am Regelstein fast normal in das alpenwärtig allmählich steiler werdende Ansteigen der

nschotterflur einfügen. Die etwas tiefer gelegenen Vorkommen von Saalweid
r Nordseite des Stoffels und am Schlosskopf SW Steg ordnete WEBER
konform ansteigenden, etwa 100 m tiefer gelegenen Niveau, dem tieferen
nschotter, zu.

Umdeutung der von A. WEBER der «hohen» und der «mittleren» Terrasse
esenen Schottervorkommen zu früh- und hochwürmeiszeitlichen Ablagerungen
NTKE 1960, H. SUTER und R. HANTKE 1962) ist nicht ohne Konsequenzen für
utung der höheren Schotterplatten. Die in einer Höhe von 1300 m gelegenen
r am Regelstein dürften wahrscheinlich zusammen mit den darüber liegen-
atischen Schrattenkalkblöcken bei einem risseiszeitlichen Gletscherstand abge-
worden sein, ganz analog wie die von Moränen bedeckten Schotter auf dem
, die WEBER — zufolge ihrer Höhenlage — als Hochterrassenschotter der
szeit (Riss I) zuwies, frühwürmeiszeitliche Vorstossschotter darstellen. Bei
uordnung der Ablagerungen am Regelstein zu einem Gletscherstand, bei dem
bis Möhlin reichte, ergäbe sich ein Gefälle der Eisoberfläche von 10‰, bei
Zungenende bei Koblenz ein solches von 11‰ und bei einem Eisrand bei
12,6‰. Auffällig ist ferner, dass die beiden randlich angelagerten Decken-
rvorkommen des Bachtelgebietes, diejenigen auf der Ghöchweid und bei
Rellsten, von Grundmoräne unterteuft werden, wie dies an der Basis des Üetli-
eckenschotters zu beobachten ist.

nso konnte im Grenzgebiet zwischen Linth/Rhein- und Muota/Reuss-System
n werden (R. HANTKE 1961 b), dass die hochgelegenen Schotter am Rossberg
hindellegi (N. PAVONI 1956) sowie die Schotter am Gubel S Menzingen als

schlecht aufbereitet und kaum geschichtet (F. HOFMANN 1958: 480), was auf eine glazifluviatile Ablagerung mit verschwemmter Moräne hindeutet.

Das Auftreten verkitteter Schotter an der WSW-Seite des Tannenberges beweist jedoch in keiner Weise deren hohes pleistozänes Alter. Selbst die eingeschlossenen hohlen Gerölle bieten hiefür keinen zwingenden Beweis, um so mehr, als sich in verschiedenen, bisher dem Deckenschotter zugeordneten Vorkommen, etwa in den Sihl- und Lorzenschottern oder auf dem Albiskamm, bei denen sich ebenfalls ein jüngeres Alter aufdrängt (R. HANTKE 1961 b, H. SUTER und R. HANTKE 1962), auch hohle Gerölle einstellen.

Aus der Tatsache, dass die Schotter von Grimm-Aetschberg von Jungmoränen überlagert werden, geht hervor, dass sie prähochwürmeiszeitlich sein müssen. Da der Moränenwall, der etwa 500 m W von Tannenberg einsetzt und über Niederwil–Fronackeren–Andwil–Wilen–Mettendorf und von Wilen über Lindenberg nach Gossau verläuft, das Zürich-Stadium des den Tannenberg nördlich umfliessenden Bodensee/Rheingletscher dokumentiert und da auch das Vorkommen vom Aetschberg (741730/255230) sich in genau gleicher Situation zu den würmeiszeitlichen Moränenwällen einstellt — derjenige von Grimm–Chirchhalden–Wissholz–Windegg–Hirschberg sowie der tiefere: Sonnenberg–Hafnersberg–Chlausenmüli gehören ebenfalls dem System des Zürich-Stadiums an —, ist es höchst wahrscheinlich, dass diese Schotter frühwürmeiszeitliche Randschotter darstellen, die bei einem, etwa dem Zürich-Stadium entsprechenden Gletscherrand geschüttet wurden.

Zur Zeit des Maximalstandes der Würm-Eiszeit lag der Tannenberg, wie schon aus der geologischen Karte von CH. FALKNER und A. LUDWIG (1903) hervorgeht, vollständig unter dem Eis.

Die hochgelegenen Schotterrelikte in der Umgebung von Wil

Ganz analog wie die Schotter von Grimm-Aetschberg, dürften die von H. WEGELIN und E. GUBLER (1928) auf der Heid NE von Wil entdeckten Schottervorkommen nicht unbedingt mindeleiszeitliche Deckenschotter darstellen. Sehr wahrscheinlich sind sie ebenfalls als jüngere Eisrandschotter zu deuten, die nachträglich vom hochwürmeiszeitlichen Bodensee-Rheingletscher überfahren wurden. Auch sie stellen sich in bezug auf den würmeiszeitlichen Bodensee-Rheingletscher in einer ganz bestimmten Randlage ein: wie am Tannenberg, wenig höher als die dem Zürich-Stadium gleichzusetzenden Moränenwälle.

W von Wil konnte H. ANDRESEN (1962) bei der Wolfsgrueb SSW Bichelsee Schotter in 800 m Höhe feststellen, die er als risseiszeitliche Eisrandschotter deutet. Diese wären früher ohne Zweifel ebenfalls als Deckenschotter angesprochen worden, da sie sich mit ihrer Höhenlage genau in das von A. WEBER (1928, Taf. 4) entworfene Schema einfügen.

Zur Altersgliederung der Schotter zwischen Winterthur und dem Bodensee

Neulich hat E. GEIGER (1961) im Gebiet um Winterthur zahlreiche Geröllanalysen von Schottern veröffentlicht, die er, je nach ihrer Zusammensetzung, einer

bestimmten Eiszeit zuordnen zu können glaubte. Eine über 30jährige Erfahrung mit Geröllinventuren liessen ihn erkennen, dass erst ein zahlenmässiges Erfassen nach Herkunftsgebieten verlässliche Differenzen ergeben. Um dies darstellen zu können, gruppiert er die Herkunftsgebiete in drei Gruppen: Molasse + Helvetische Decken + Aar- und Gotthardmassiv, Penninische + Ostalpine Decken und Flyschgesteine + Silvretta-Kristallin + Amphibolite. Für die zeitliche Gliederung übernimmt GEIGER die bisherige Zuordnung der ostschweizerischen Schottervorkommen nach ihrer Höhenlage:

Herrentisch	=	Höherer Deckenschotter	= Günz-Eiszeit
Hohenklingen	=	Tieferer Deckenschotter	= Mindel-Eiszeit
Ittingen	=	Hochterrassenschotter	= Riss-Eiszeit
Andelfingen	=	Niederterrassenschotter	= Würm-Eiszeit

Die verschiedenen Geröllinhalte der einzelnen Schotterniveaus betrachtet GEIGER als charakteristisch für die vier Eiszeiten, da er ihre Verschiedenheit auf verschiedene Erosionstiefen im alpinen Deckengebäude zurückführen möchte.

Da im Gebiet des Südrandes des Bodensee-Rheingletschers mit Ausnahme einer einzigen Probe — Aadorf N, Koo. 709910/261900 — sämtliche von GEIGER ausgeführten Geröllanalysen ins «Rissfeld» fallen — zwei ausserhalb des «Würmfeldes» liegende Inventuren ordnet er ebenfalls der Würm-Eiszeit zu — scheint es ihm (S. 47) «als ob in der Würm-Eiszeit nur ein schwach geröllbeladener Gletscher von St. Gallen her westwärts gewandert ist», was er allerdings noch durch weitere Analysen im Raum von Winkeln und des westlichen Tannenberges stützen möchte.

Wie schon frühere Autoren — CH. FALKNER (1910), A. LUDWIG (1930) und A. LUDWIG und F. SAXER (1949) — gezeigt haben und was neulich präzisiert werden konnte (R. HANTKE 1961a), handelt es sich bei all diesen Ablagerungen aber eineindeutig um früh- bis hochwürmeiszeitliche Bildungen. Es fragt sich daher, ob die von E. GEIGER festgestellten Differenzen im Geröllbestand der einzelnen Schotterniveaus tatsächlich verschiedene Eintiefungsphasen im alpinen Deckengebäude widerspiegeln und damit verschiedene Vereisungen belegen, oder ob diese nicht allenfalls anders erklärt werden können. Die heute in verschiedenen Höhenlagen zu den Talsystemen auftretenden fluviatilen und glazifluviatilen Schotterfluren scheinen viel eher verschiedene Einzugsgebiete, insbesondere durch die unterschiedliche Eisfüllung der Alpentäler hervorgerufene verschiedene Bereiche des alpinen Deckengebäudes und damit zum Teil auch andere Strömungsrichtungen zu dokumentieren, die im Laufe der Riss- und der Würm-Eiszeit bei verschiedenen riss- und würmeiszeitlichen Gletscherständen verwirklicht waren.

Eine derart kräftige Eintiefung der Täler des schweizerischen Mittellandes und des Tafeljuras kann nicht erst im Jungpleistozän erfolgt sein, sondern setzte bereits im Pliozän kräftig ein. Ebenso sind die von E. GEIGER (1948) als Typus für Schotter der Riss-Eiszeit gewählten Ittingerschotter — nach der Karthause Ittingen NW Frauenfeld — ohne Zweifel mit den in der Zürcher Gegend als Mittelterrassenschotter bezeichneten schieferkohlenführenden Schotterfluren des Linth/Rheingletschers zu vergleichen. Analoge Lagerungsverhältnisse von Schottern und Schieferkohlen finden sich im Bereich des Bodensee-Rheingletschers NE von Mörschwil, bei Schöntal

NW St. Gallen und am Grüenegg NW Bischofszell, so dass auch für diese Ablagerungen riss/würm-interglaziales bis frühwürmeiszeitliches Alter höchst wahrscheinlich ist.

Auf diese Weise liessen sich die hinsichtlich ihrer Alterszuordnung stets problematischen Schotter auf dem Seerücken bei Salen-Rütenen erklären. Sie scheinen ebenfalls hochwürmeiszeitlich zu sein; sie wären abgelagert worden, bevor und während der Bodensee-Rheingletscher zum würmeiszeitlichen Maximalstand vorstiess.

Sowohl auf der N- wie auf der S-Seite des Seerückens stellen sich deutliche Wallmoränen ein, die sich ins System der Stirnmoränen von Stein am Rhein–Hemishofen einfügen und die damit das Zürich-Stadium des Bodensee-Rheingletschers dokumentieren.

Grössere Deckenschotterplatten liegen auf dem westlichen Seerücken, auf dem Stammheimer Berg und auf dem Cholfirst. Auch sie liegen wiederum etwas höher als die Wallmoränen, welche einerseits von Chalcheren über Winterhalden–Steinegg–Nussbaumen absteigen und die Nussbaumer Seen umschliessen, anderseits sich von Moorwilen ins Bornhuser Tal hinunter verfolgen lassen, wo sich in verschiedener Höhenlage Endmoränenreste einstellen. Sie alle bekunden das Zürich-Stadium des durch das Thurtal bzw. das Tal des Untersees abfliessenden Bodensee-Rheingletschers. Die etwas höher gelegenen Schotter wurden bisher meist ohne Bedenken als jüngere Deckenschotter der Mindel-Eiszeit zugewiesen. Sie könnten aber ebenso gut bei einem wenig höheren Eisstand als das Zürich-Stadium abgelagert worden sein. Dies braucht jedoch keineswegs bereits während der Mindel-Eiszeit geschehen zu sein, sondern liesse sich auch erklären als auf flachliegender Molasse abgelagerte hochwürmeiszeitliche randglaziale Eisrandschotter zwischen Untersee- und Thurtalarm des zum Maximalstadium vorstossenden Bodensee-Rheingletschers.

Diese Deutung würde ebenfalls die Moränen-Einlagerungen verständlich erscheinen lassen, die J. HUG (1917) zur Gliederung der Mindel-Eiszeit in zwei Vorstösse, in einen älteren Herdern- und einen jüngeren Stammheimer-Vorstoss, heranzog.

In gleicher Weise wären auch die Vorkommen von jüngerem Deckenschotter auf der Nordseite des Rheines, am Schienerberg, auf dem Hohenklingen, auf dem Wolkenstein und auf dem Rauhenberg bei Gailingen hinsichtlich ihrer Alterszugehörigkeit neu zu überprüfen. Die zum älteren Deckenschotter gestellten Schottervorkommen auf dem Schienerberg und auf dem Herrentisch sowie diejenigen im Neuhuserwald und auf dem Irchel wären nicht als günzeiszeitlich zu deuten, sondern könnten einem jüngeren, allenfalls risseiszeitlichen Eisstand entsprechen.

Letzte Klarheit über diese Zusammenhänge kann uns nur eine seriöse geologisch-morphologische Untersuchung des ganzen Gebietes, insbesondere des Raumes um Winterthur, unter Auswertung der neuesten Bohrprofile bringen.

Die Deckenschottervorkommen zwischen Limmat und Lägern

Im Furttal wird der Maximalstand der Würm-Eiszeit nicht nur durch den prachtvollen Endmoränenwall von Würenlos, sondern verschiedentlich durch gut ausgebildete Seitenmoränen dokumentiert. Darnach reichte das Eis am Buchserberg

S Regensberg im Würm-Maximum, wie aus einem deutlich ausgeprägten S-N verlaufenden Moränenwall hervorgeht, bis auf 620 m. Die weiter W, am Bildstock und in der Wackeren, bis auf 650 m bzw. 700 m hinaufreichenden glazifluviatilen Schotter sowie die sie bedeckenden Moränen müssen daher älter sein. Die überlagernden Moränen dürften bei einem Eisstand des Linth/Rheingletschers abgelagert worden sein, der ein Zungenende in der Gegend des Aare-Durchbruches annehmen lässt. Sie wären damit als spätrisseiszeitlich anzusprechen (R. HANTKE 1959: 16). Die unter der Moräne liegenden Schotter wurden bisher auf Grund ihrer Höhenlage und ihres Verkittungsgrades meist dem älteren Deckenschotter und damit der Günz-Eiszeit zugewiesen.

In der Wackeren NE Boppelsen wurden anlässlich des Baues einer Waldstrasse der Kontakt mit der liegenden Unteren Süsswassermolasse in 640 m und weiter ESE in 675 m freigelegt. Hier konnte A. GÜLLER (1944: 189) feststellen, wie der Molassesandstein «nach oben scheinbar kontinuierlich in unverfestigten Sand und schliesslich in eine lehmig-sandige Moräne übergeht, in der vereinzelte Gesteinstrümmer enthalten sind». Die Schotter selbst enthalten Gerölle von 3—15 cm, vereinzelte erreichen einen Durchmesser bis 40 cm. Dass es sich dabei um randglaziale Schotter handeln muss, geht aus den von A. GÜLLER eingehend beschriebenen Sedimentationserscheinungen sowie aus einer Geröllanalyse hervor.

A. JAYET (1950) gibt hievon ein stratigraphisches Detailprofil, das er als kontinuierlich betrachten möchte. In einer braunen, erdigen Kalktufflage mit kohligen Spuren fand er eine reiche Molluskenfauna mit *Goniodiscus ruderatus* (STUD.). Auch die darüber folgenden 1 m mächtigen Schotter und Sande lieferten Mollusken. Darüber stellt sich über gelbem Lehm ein Roterde-Horizont ein, der schliesslich von rezenter toniger Erde überdeckt wird.

Nach A. JAYET entspricht die Fauna einem mässig bewaldeten Standort; als Alter soll auf Grund sorgfältiger Vergleiche — Umgebung von Genf und Zell im Kanton Luzern — nur das Spätwürm (??) in Betracht fallen.

Die als jüngerer Deckenschotter eingestuften Vorkommen vom Chrästel NE Buchs sowie die von H. SUTER (1944) am Gubrist und an der Hasleren festgestellten Schotter dürften allenfalls hochwürmeiszeitliche Schotter darstellen, die nur beim letzten Vorstoss des Linth/Rheingletschers zum Maximalstand von Killwangen/Würenlos überfahren worden wären, während die dem älteren Deckenschotter zugewiesenen Schotter auf dem Heitersberg, zusammen mit den Schottern des Bildstockes E Boppelsen, einem risseiszeitlichen Gletscherstand angehören könnten.

Höhere Schotter im Bereich des frontalen würmeiszeitlichen Reussgletschers

Wie im Bereich des frontalen würmeiszeitlichen Linth/Rheingletschers, so werden von F. MÜHLBERG (1910) auch im Gebiet des frontalen Reussgletschers verschiedene hochgelegene Schottervorkommen als Deckenschotter bezeichnet und in die Günz- bzw. Mindel-Eiszeit gestellt. Diejenigen auf dem Buttenberg und im Sackwald NE Sursee, auf dem Stierenberg W Menziken, auf der Egg und auf dem Horn NW Birrwil werden dabei dem höheren, jene auf Hohliebe, auf der Egg S Dürren-

äsch und auf der Fornegg NW Unterkulm und vom Pfendel-Ischlag S Gränichen dem tieferen Deckenschotter zugewiesen. Mit grösster Wahrscheinlichkeit sind jedoch all diese Vorkommen ebenfalls risseiszeitlich. Auch die neuerdings von U. P. BÜCHI beim Chiesboden und auf der Hohwacht zwischen Egliswil und Ammerswil festgestellten hochgelegenen verkitteten Schotter dürften zur Riss-Eiszeit abgelagert worden sein.

Die Deckenschotter zwischen der Lägern und dem Rhein

Seit R. FREI (1912) werden zwischen der Lägern und dem Rhein, dem klassischen Gebiet der schweizerischen Deckenschotter, zwei noch weitgehend zusammenhängende höhere Schotterfluren unterschieden, die als höherer und tieferern Deckenschotter der Günz- und der Mindel-Eiszeit zugeschrieben werden. R. FREI zeichnete für diesen Bereich Kurvenkarten ihrer Auflagerungsflächen, die er als präglaziale Landoberfläche bzw. als solche der ersten Interglazialzeit betrachtete. Würden diese effektiv die Landoberfläche im Präglazial bzw. in der ersten Interglazialzeit darstellen, so müsste sich das Rheintal in diesem Abschnitt seit der Günz-Eiszeit — der Auflagerungsfläche des höheren Deckenschotters — um 270 m, seit der Mindel-Eiszeit — der Auflagerungsfläche des tieferen Deckenschotters — um 200 m eingetieft haben.

Doch liegen die altersmässigen Zuordnungen selbst hier nicht endgültig klar und bedürfen — trotz neuerer morphologischer Arbeiten — einer erneuten kritischen Überprüfung. Insbesondere ist das günz- bzw. mindeleiszeitliche Alter dieser hochgelegenen Schotterfluren gar nicht bewiesen. Auch sie können sehr wohl jünger sein. Möglicherweise sind sie ebenfalls mit alten Eisrandlagen vorstossender Gletscher in Zusammenhang zu bringen, boten doch der Tafeljura und die flachliegenden Molasseserien des Mittellandes den randlichen Schmelzwässern der durch das Rheintal, das Glattal und das untere Aaretal vorstossenden Gletscherzungen die einzige Möglichkeit einer Schotterablagerung. Dass die Ablagerung dieser hochgelegenen Schotter sowohl an der Egg als auch am Siggenberg sehr eisrandnah erfolgt sein musste, ist bereits von L. DU PASQUIER (1891: 98/99) bemerkt worden, wies doch schon er auf die eingelagerten gekritzten Geschiebe in den Deckenschottern der Egg und auf die Blockfazies am Siggenberg hin. Ebenso betonte J. HUG (1917) verschiedentlich das Auftreten von Grundmoränen-Einlagerungen, die er sogar zur Gliederung der Günz-Eiszeit in einen Egg- und einen Albis-Vorstoss heranzog.

Das Einfügen der Schottervorkommen zwischen Lägern und Rhein zu mehr oder weniger einheitlichen Fluren mit sanftem Gefälle gegen NW lässt sich auch in diesem Abschnitt sehr gut mit dem ausgeglichenen Gefälle ehemaliger Gletscheroberflächen erklären. Inwieweit diese alten Gletscherstände mit Eisrandlagen der Mindel- und der Riss-Eiszeit bzw. mit solcher der Elster, Saale- und Warthe-Eiszeit gleichzusetzen sind, bleibt noch zu untersuchen.

Ebenso kann die Zerschneidung der höheren Deckenschotterplatte Dürn-Gländ (Siggenberg)–Bowald–Egg–Stadlerberg durch das Surbtal, die Talung Niederweningen–Siglisdorf und das Bachsertal nur durch mächtige Gletscherschmelzwässer und kaum durch Bäche in einer Interglazialzeit erfolgt sein. Derartige Schmelzwässer erfordern jedoch Gletscherstände, wie sie nur während einer ausgedehnteren Ver-

eisung als der würmeiszeitlichen verwirklicht waren, da sie einen Eisstand voraussetzt, bei dem die Gletscherzungen bis über Niederweningen hinaus und über den Heitlig ins Bachsertal gereicht haben müssen. Dies war aber noch in der ausgehenden Riss-Eiszeit der Fall, als die grosse, das schweizerische Mittelland erfüllende Eismasse bis zum Aaredurchbruch unterhalb Turgi reichte und im unteren Aaretal die Schotterflur des Ruckfeldes abgelagert wurde. Jedenfalls wurden diese Talfurchen damals noch von Schmelzwässern benutzt.

All diese Befunde lassen, zusammen mit der sehr disjunkten Verbreitung, der lokalen Häufung und dem auf weite Strecken völligen Fehlen von Deckenschottervorkommen, an einer vorbehaltlosen Zuordnung der nordschweizerischen Deckenschotter zur Günz- bzw. zur Mindel-Eiszeit berechtigte Zweifel aufkommen. Vielmehr scheinen auch die hochgelegenen Schotterfluren zwischen Lägern und Rhein — mindestens zum Teil — randglaziale Stauschotter darzustellen, wobei die höheren Schotter bei einem Eisstand abgelagert worden wären, bei dem der Gletscher — bei Annahme eines mittleren Gefälles der Eisoberfläche von 12‰ — bis etwas oberhalb Laufenburg gereicht hätte, während die tieferen Deckenschotter der Umgebung von Turgi — Bruggerberg, Gebensdorfer Horn, Iberig und Firsthalden — bei einem mittleren Gefälle von 16‰, entsprechend dem näheren Zungenende — eine Gletscherstirn in der Gegend von Koblenz voraussetzen würden. Die tieferen Deckenschotter zwischen Böttstein und Leibstadt, die verschiedentlich von risseiszeitlichen Moränen bedeckt werden, könnten einem Gletscherende oberhalb Laufenburg zugeordnet werden, während die dem höheren Deckenschotter zugewiesenen Vorkommen zwischen Mandach und Schwaderloch bei einem Gletschervorstoss abgelagert wurden, der bis in die Gegend von Möhlin reichte. Für ein altes, überfahrenes Gletscherende oberhalb Laufenburg spricht vor allem der von E. Blösch (1911) in den Hochterrassenschottern von Schäffigen bei Laufenburg festgestellte Verwitterungshorizont, auf ein solches bei Koblenz deuten Schotterfluren und in Schotter eingelagerte Blockmoräne (A. Leemann 1958).

Demgegenüber dürften die Deckenschotter unterhalb Möhlin — im Sinne einer sukzessiven pleistozänen Eintiefung des Rheintales — tatsächlich Ablagerungen älterer pleistozäner Kaltzeiten dokumentieren. Möglicherweise werden die gegenwärtig an älteren Schottern des Rheintales durchgeführten bodenkundlichen Untersuchungen von Roman Bach im stets etwas problematischen Bereich zwischen Turgi und Basel zur Klärung der Alterszugehörigkeit beitragen.

Literaturverzeichnis

Aeppli, A. (1894): Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F., *4*.

Andresen, H. (1962): Beiträge zur Geomorphologie des östlichen Hörnli-Berglandes. Diss. Univ. Zürich, im Druck.

Brückner, E. (1909): In: Penck, A. und Brückner, E. (1909).

Bugmann, E. (1958): Eiszeitformen im nordöstlichen Aargau. Mitt. aarg. naturf. Ges., *25*.

— (1961): Beiträge zur Gliederung der risseiszeitlichen Bildungen in der Nordschweiz. Mitt. aarg. naturf. Ges., *26*; 105.

Falkner, Ch. (1910): Die südlichen Rheingletscherzungen von St. Gallen bis Aadorf. Jb. st. gall. naturw. Ges., *49* (1908 u. 1909): 190.

FREI, R. (1912a): Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F., *37*.

— (1912b): Zur Kenntnis des ostschweizerischen Deckenschotters. Eclogae geol. Helv., *11*/6.

GEIGER, E. (1943): Blatt 56—59: Pfyn–Märstetten–Frauenfeld–Bussnang. Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, *16*. Schweiz. Geol. Komm.

— (1948): Untersuchungen über den Geröllbestand im Rheingletschergebiet. Schweiz. min.-petr. Mitt., *28*/1.

— (1961): Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes im allgemeinen und im besondern um Winterthur. Mitt. naturw. Ges. Winterthur, *30*: 33.

Geologische Exkursionen in der Umgebung von Zürich. Geol. Ges. Zürich. Zürich (Leemann).

GÜLLER, A. (1944): Über den Deckenschotter am Südhang der Lägern (Kt. Zürich). Eclogae geol. Helv., *37*/1: 189.

GUTZWILLER, A. (1877): Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IX des eidg. Atlas. Beitr. geol. Karte Schweiz, *14*/1.

— (1880): Die löcherige Nagelfluh, ihre Beziehungen zu den tertiären und quartären Bildungen. Ber. Gewerbeschule Basel (1879—1880).

— (1883): Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IV und V des eidg. Atlas. Beitr. geol. Karte Schweiz, *19*/1.

— (1894): Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. Verh. naturf. Ges. Basel, *10*: 512.

— (1900): Ältere diluviale Schotter in der Nähe von St. Gallen und von Bischofszell. Eclogae geol. Helv., *6*/4: 371.

— (1912): Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. Verh. naturf. Ges. Basel, *23*.

HANTKE, R. (1958): Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit. Eclogae geol. Helv., *51*/1: 119.

— (1959): Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter. Die riss/würm-interglazialen Bildungen im Linth/Rhein-System und ihre Äquivalente im Aare/Rhone-System. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, *104*/1: 1.

— (1960): Zur Gliederung des Jungpleistozäns im Grenzbereich von Linth- und Rheinsystem. Geographica Helvetica, *15*/4: 239.

— (1961a): Die Nordostschweiz zur Würm-Eiszeit. Eclogae geol. Helv., *54*/1: 123.

— (1961b): Zur Quartärgeologie im Grenzbereich zwischen Muota/Reuss- und Linth/Rheinsystem. Geographica Helvetica, *16*/4: 212.

— (1962): cf. SUTER, H. und HANTKE, R.

HEIM, ALB. (1894): Die Geologie der Umgebung von Zürich. Compte Rendu de la 6e session du Congrès géol. internat. à Zurich. Lausanne.

— (1919): Geologie der Schweiz, *1*. Leipzig (Tauchnitz).

HOFMANN, F. (1951): Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie. Jb. st. gall. naturf. Ges., *74*.

— (1958): Pliozäne Schotter und Sande auf dem Tannenberg NW St. Gallen. Eclogae geol. Helv., *50*/2 (1957): 477.

HUG, J. (1907): Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften. Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F., *15*.

— (1917): Die letzte Eiszeit der Umgebung von Zürich. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, *62*.

JÄCKLI, H. (1956): Talgeschichtliche Probleme im aargauischen Reusstal. Geographica Helvetica, *11*/1: 42.

JAYET, A. (1946): Les dépôts quaternaires et la théorie des emboîtements. Geographica Helvetica, *1*/4: 322.

— (1948): Une nouvelle conception des glaciations quaternaires, ses rapports avec la paléontologie et la préhistoire. Eclogae geol. Helv., *40*/2 (1947): 316.

— (1950): Découverte d'une faunule malacologique de la fin du Pleistocène au contact de graviers günziens à Boppelsen (Canton de Zurich). Eclogae geol. Helv., *42*/2 (1949): 436.

LEEMANN, A. (1958): Revision der Würmterrassen im Rheintal zwischen Diessenhofen und Koblenz. Geographica Helvetica, *13*/2: 89.

LUDWIG, A. (1931): Die chronologische Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen zwischen Säntis und Bodensee. Eclogae geol. Helv., *24*/1: 35.
LÜDI, W. (1953): Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, *27*.
MÜLLER, P. (1958): Pollenanalytische Untersuchungen im Gebiet des jüngeren Deckenschotters und Lösses im Frauenwald zwischen Rheinfelden und Olsberg. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, *33*.
DU PASQUIER, L. (1891): Über die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F., *1*.
PAVONI, N. (1956): Molassetektonik, Terrassen und Schotter zwischen Glattal, oberem Zürichsee und Sihltal. Verh. schweiz. naturf. Ges. Porrentruy (1955): 124.
— (1957): Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, *102*/5: 117.
PENCK, A. und BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter, *2*. Leipzig (Tauchnitz).
SUTER, H. (1944): Glazialgeologische Studien im Gebiet zwischen Limmat, Glatt und Rhein. Eclogae geol. Helv., *37*/1: 83.
SUTER, H. und HANTKE, R. (1962): Geologie des Kantons Zürich. Zürich (Leemann).
WEBER, A. (1928): Glazialgeologie des Tösstales und ihre Beziehungen zur Diluvialgeschichte der Nordschweiz. Mitt. naturw. Ges. Winterthur, *17/18* (1928—1930), als Diss. (1928).
— (1934): Zur Glazialgeologie des Glattales. Eclogae geol. Helv., *27*/1: 33.
WEGELIN, H. und GUBLER, E. (1928): Deckenschotter auf der Heid. Mitt. thurg. naturf. Ges., *27*.

Geologische Karten

AEPPLI, A. (1894): Geologische Karte des Gebietes zwischen Zürichsee und Zugersee, 1 : 25000. Geol. Spez. Karte, *15*. Schweiz. geol. Komm.
FALKNER, CH. und LUDWIG, A. (1903): Geologische Karte von St. Gallen, 1 : 25000. Jb. st. gall. naturw. Ges., *43* (1901 u. 1902).
FREI, R. (1912a): Geologische Karte des Lorzetobel-Sihlsprung-Gebietes (Kt. Zug), 1 : 25000. Geol. Spez. Karte, *70*. Schweiz. geol. Komm.
— (1912b): Übersichtskarte der Verbreitung des Deckenschotters in der Schweiz, 1 : 250000. Geol. Spez. Karte, *71*. Schweiz. geol. Komm.
GEIGER, E. (1943): Blatt 56—59: Pfyn–Märstetten–Frauenfeld–Bussnang. Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25000, *16*. Schweiz. geol. Komm.
HÜBSCHER, J. (1961): Blatt 1032: Diessenhofen. Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25000, *38*. Schweiz. geol. Komm.
LUDWIG, A. (1930): Blatt 218—221: Flawil–Herisau–Brunnadern–Schwellbrunn. Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25000, *4*, mit Erläuterungen. Schweiz. geol. Komm.
LUDWIG, A. und SAXER, F. (1949): Blatt 222—225: St. Gallen–Appenzell. Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25000, *23*, mit Erläuterungen (1960). Schweiz. geol. Komm.
MÜHLBERG, F. (1901): Geologische Karte der Lägernkette, 1 : 25000, mit Erläuterungen. Geol. Spez. Karte, *25*. Schweiz. geol. Komm.
— (1904): Geologische Karte des unteren Aare-, Reuss- und Limmat-Tales, 1 : 25000, mit Erläuterungen. Geol. Spez. Karte, *31*. Schweiz. geol. Komm.
— (1910): Geologische Karte der Umgebung des Hallwilersees und des obern Winen- und Surtales, 1 : 25000, mit Erläuterungen. Geol. Spez. Karte, *54*. Schweiz. geol. Komm.
DU PASQUIER, L. (1891): Karte der fluvioglacialen Ablagerungen in der Nordschweiz. Geol. Spez. Karte, *11*. Schweiz. geol. Komm.
SUTER, H. (1939): Geologische Karte des Kantons Zürich, 1 : 150000. In: SUTER, H. (1939).
WEBER, A. (1928): Geologische Karte des Oberen Tösstales zwischen Wila und Bauma, 1 : 25000. In: WEBER, A. (1928).

Topographische Karten

Landeskarte der Schweiz, 1 : 25000.

Der Bergsturz von Bormio

Von

ERNST FURRER, Zürich

Der Flecken Bormio, dessen Thermen schon den Römern bekannt waren, liegt in einem Talkessel von rund 1200 m jenseits der Grenze Südost-Graubündens. (Siehe Nebenkärtchen zu Abb. 1.) In den Bormieser Tälern widmete ich mich, als Schüler von HANS SCHINZ, in den Jahren 1910/12 pflanzengeographischen Studien. Dabei fielen mir riesige Bergsturzmassen auf, die ich in der Literatur entweder nicht oder nicht zutreffend erwähnt fand, nämlich als Moräne, als Wildbachschutt oder kurzweg als Schutt. Nach Abschluss meiner botanischen Arbeiten begab ich mich 1914 nochmals nach Bormio, um die Fragen über Herkunft, Umfang und Inhalt der Sturzmassen und über das Alter weiter abzuklären, wurde aber nach knapp einer Woche vom Ausbruch des Weltkrieges überrascht. Obwohl Italien zunächst nicht in den Krieg eintrat, brach ich angesichts der erregten Stimmung und der militärischen Überwachung meine Begehungen ab. Ich legte immerhin die Ergebnisse ALBERT HEIM vor, und er ermunterte mich zur Veröffentlichung[1]. Seit 1951 hielt ich mich wiederum mehrmals um Bormio auf, vorwiegend für botanische Studien. Doch fesselten mich weiterhin die Probleme der Bergsturzlandschaft, und es erscheint mir angebracht, auf Grund neuer Beobachtungen nochmals eine Darstellung zu veröffentlichen.

Die Abbruchnische (Abb. 1 und 2) liegt, wie früher angenommen, westlich der Cima di Reit. Bei seitlich einfallendem Licht, so in den späteren Morgenstunden oder gegen Sonnenuntergang, tritt sie eindrucksvoll hervor. Sie erstreckt sich zwischen 2300 und 2800 m etwa 2 km weit, während die seitlichen Abrissränder bis unter 2000 m herabreichen dürften. Die untere Grenze kann nicht sicher festgestellt werden, da sie unter Bergsturz- und Gehängeschutt begraben liegt. Sie mag wenigstens teilweise mit der Überschiebungsfläche zusammenfallen, die von der Südseite des Abrisses mässig steil nach Norden einfällt und auf der sich die Kalk- und Dolomitschubmassen auf kristalliner Unterlage in Nordrichtung hinwegbewegt haben.

Auf einer steilen Sturzbahn bewegten sich die losgelösten Felsmassen in WSW- bis SW-Richtung in das Tal der jungen Adda und brandeten am Bergvorsprung von

---

[1] FURRER ERNST: Bemerkung über einen Bergsturz bei Bormio; Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Ges. in Zürich, Jahrg. 60 (1915), S. 48—54; mit Plan. Zusammengefasst in: HEIM ALB.: Bergsturz und Menschenleben; daselbst, Jahrg. 77 (1932), Beibl. 20, S. 133—135.

otte. Heute noch windet sich die Adda von der Strassenbrücke an, die nordnord-
ch der Neuen Bäder über sie hinwegführt, zwischen riesigen Blöcken hindurch.
Nordrand der Sturzbahn liegt nur wenig südlich der Alten Bäder (Bagni Vecchi).
telviostrasse quert ihn an der Stelle, wo sie von einer kühnen Steinbrücke in
kurzen Tunnel hineinführt. An der SE-Kante des Monte delle Scale stauten
ie Massen bis in eine Höhe von mindestens 1440 m. Dadurch erfolgte eine
hung des Schuttstroms aus ungefährer WSW-Richtung nach SW. Der Süd-
egt südlich der Neuen Bäder (Bagni Nuovi) und kann zwischen 1300 und 1500 m

Abb. 2. Die Abrissnische an der Cima di Reit von SW. Am Hang rechts das Val Campello. Am Fuss des Berges die nach links ansteigende Stelviostrasse; wenig darunter, links aussen, die Neuen Bäder. Vorn unten im Gehölz die nunmehr verlassenen Festungen Le Motte.

genau erkannt werden, wo der Bergsturzschutt unvermittelt von Moränen mit vereinzelten geschrammten Silikatblöcken abgelöst wird. Die Neuen Bäder liegen also beinahe mitten im Schuttstrom.

Der Aufprall der Schuttmassen bei Le Motte bewirkte eine Teilung in zwei Ströme. Der Weststrom erstreckte sich 2 Kilometer weit in das Tal der Viola hinein, deren Sohle damals bei Premadio unter 1220 m gelegen haben muss; denn sie fliesst hier heute noch im Schutt des Bergsturzes (Abb. 3 und 4). Im Violatal erlangte der Schuttstrom mit seinem Südrand eine Meereshöhe von mindestens 1550 m, wo ausser grossen Einzelblöcken, die bis um 20 m^3 den Boden überragen, ein wohlausgeprägtes Blockfeld erhalten geblieben ist (Abb. 5). Der Nordrand dürfte tiefer liegen, vielleicht um 1370 bis 1440 m. Seine Grenze ist vom Gehängeschutt des Monte delle Scale überdeckt. Das westliche Ende ist deutlich erkennbar, indem die Schuttmassen bei 1300 m beidseits der Viola ziemlich steil im Talboden von Isolaccia untertauchen. Der Weststrom muss also die südliche Seite des heutigen Violatales mit grösserer Wucht überflutet haben als die nördliche.

Die Ablagerungen südlich der Viola dürften einem späteren Bearbeiter wichtige Anhaltspunkte für die Deutung von Einzelheiten liefern. Ich erwähne den Strom riesiger Blöcke um 1300 m nordnordwestlich Le Motte, der auch von der Gegenseite — etwa vom Belvedere oberhalb des Dorfes Premadio (1280 m) — durch die sehr lockere Besiedelung mit Föhren mitten im Waldland auffällt, ferner das von Schutt gesäuberte, rückläufige Wiesentälchen, das sich westnordwestlich Le Motte

Abb. 3. Die Schlucht der Viola im Bergsturzschutt, gesehen vom Belvedere ob Premadio Richt WSW gegen Torripiano auf der Kante rechts.

Abb. 4. Die Viola unterhalb Premadio bei 1220 m. Flussbett im Schutt des Bergsturzes. Blick Schlucht aufwärts zur Madonna della Pietà (1320 m).

Abb. 5. Kalkblock von etwa 20 m³ über der Erde am Südrand des Weststroms in etwa 1550 m. Blick in ENE-Richtung nach der Cima di Reit mit dem südlichen Teil der Abrissnische

gegen Sughet hin öffnet und auf der Nordseite stellenweise von Kalkschuttfeldern begrenzt ist, während an der steilen südlichen Berglehne der anstehende Silikatschiefer zutage tritt. Der Botaniker erkennt hier den Wechsel der Gesteinsunterlage sofort am Zurücktreten der Schneeheide *(Erica carnea)* und anderer Kalkpflanzen, die der stellenweise herdenbildenden Grünerle *(Alnus viridis)* und kalkscheuen Begleitarten den Platz räumen. Dieser Steilhang wird nach oben zunächst von einem Waldband, dann besonders an weniger steilen Stellen hie und da von Kalkschuttfeldern abgelöst, ausserdem von einzelnen Kalkblöcken, die wohl oft nur als sichtbare Zeugen überwachsener Schuttfelder anzusprechen sind.

Der eben genannte Blockstrom könnte als kleiner Bergsturz gedeutet werden, der während der Eiszeit z. B. vom Kamm des Monte delle Scale auf den Gletscher niedergegangen und nach dessen Abschmelzen hier liegen geblieben ist. Wem die Deutung des Blockfeldes bei 1550 m als seitliche Brandung des Weststroms zu kühn erscheint, könnte eine ähnliche Auslegung zu Hilfe nehmen. Beiden Annahmen dürfte indes der Schönheitsfehler anhaften, dass diese Felder, die aus Kalkblöcken bestehen, nicht auch mit Moränen des Violagletschers in Verbindung stehen, die an Silikatgesteinen kenntlich sein müssten.

Der Südstrom ist nur in wenigen Resten erhalten. Er mag — von der Stelle Le Motte/San Gallo aus gerechnet — mindestens 1½ Kilometer weit gereicht haben. Schon von Premadio aus, das mitten im Schutt erbaut ist, lässt er sich beidseits der Adda 500 m weit südwärts verfolgen, also über die Einmündungsstelle der Viola hinaus, die wenig unter 1220 m liegt, nachher noch weitere 1½ km flussabwärts bis

um 1170 m sehr deutlich am linken Steilufer, wo in Anrissen daneben oft auch das Geschiebe des Campellobaches sichtbar ist. Dagegen treten am rechten, ebenfalls steilen Ufer der Adda, etwa von der Breite von San Gallo an, die anstehenden kristallinen Schiefer bis über 100 m ob dem Flussbett zutage. Erst in weniger steilen Lagen über 1300 m unterhalb Le Motte ist der Waldboden da und dort von Kalkblöcken durchsetzt. Die Adda muss durch den Schuttfächer des Campellobaches nach Westen abgedrängt worden sein, wobei sie die Schuttmassen am rechten Hang bis hoch hinauf weggespült hat.

Um Le Motte ist die Grenze der Bergsturzablagerung verwischt. Der Boden ist um 1400 m von Festungsbauten durchwühlt, die schon vor 1914 erstellt wurden und jetzt verlassen sind. Vermutlich sind für diese Bauten, die alle aus schön behauenem Kalkstein bestehen, die Blöcke der nächsten Umgebung verwendet worden, da heute nur mehr in etwas weiterem Umkreis Kalkblöcke anzutreffen sind.

Der Südstrom ist zudem an mehreren Kalkhügeln kenntlich, die aus dem Schuttfächer des Campellobaches wenige bis über 10 m aufragen und sich von San Gallo 1½ km weit südwärts über den Talboden verteilen. Ihr Aufbau aus Bergsturzschutt steht ausser Zweifel. Ihre einstigen Formen sind allerdings infolge verschiedener Kulturmassnahmen verwischt. Das Südende und der Ostrand der Südstroms sind nirgends feststellbar und können nur vermutet werden.

Das ganze Ablagerungsgebiet bedeckt eine Fläche von rund 5 km².

Neu gegenüber meiner Darstellung von 1915 ist die Tatsache, dass der Weststrom von einstigen Abflussrinnen durchfurcht ist, die nördlich der Viola bis um 60 m über dem heutigen Bett liegen, so am westlichen Ende um 1360 m, während die Viola dort heute um 1300 m in die Schuttmassen hineinströmt. Dieser Weststrom ist nörd-

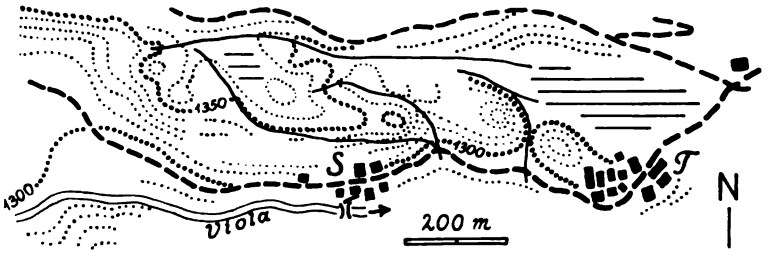


Abb. 6. Wichtigere alte Abflussrinnen (ausgezogene Linien) und vermutete einstige Seen (schraffiert) im Weststrom des Ablagerungsgebiets. Nach der Carta d'Italia 1 : 25000, vereinfacht. S Sughet; T Torripiano; Strassen gestrichelt.

lich der Viola ein Mosaik einerseits von Wiesen- und Ackerflächen, anderseits von Hügeln, die sehr ungleich mit lockerem Gehölz oder deren Resten bewachsen sind. Die weniger steilen Stellen zwischen den Hügeln hat der Mensch gerodet, von Schutt gesäubert, ausgeebnet und in Kulturland umgewandelt. Die vielen kleineren und grösseren Hügel, die das Kulturland um wenige bis 20 m, vereinzelt bis 50 m überragen, sind zweifellos wiederholt gerodet und dann sich selbst überlassen, oft auch als Weide benutzt worden, und sie weisen heute alle Stadien von Schlagflächen mit abgetragener Bodenschicht bis zum hochstämmigen, immer noch etwas lockeren

Föhrenwald auf. Um den Einbruch des Weideviehs in Wiesen und Äcker zu verhindern, sind diese durch viele Mäuerchen von durchschnittlich Meterhöhe eingefriedigt worden. Die Mauersteine konnten in dieser Schuttlandschaft aus nächster Nähe beschafft werden, und heute gewähren gerade diese vielen Mäuerchen willkommene Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Schuttes. Weitaus vorherrschend sind überall scharfkantige Kalksteine des Bergsturzschuttes. Daneben finden sich viel weniger häufig bis selten — oder überhaupt nicht — verschiedene Silikatgesteine, immer gerundet, also gerollt. Es sind genau dieselben Gesteinsarten, wie sie sich heute im Bett der Viola vorfinden, und die Länge dieser Rollsteine beträgt, hier wie dort, in der Regel bis wenig über 40 cm, bei flachen, schieferigen Stücken auch bis über 50 cm, so dass über ihre Herkunft kein Zweifel bestehen kann. Es ist ausgeschlossen, dass der Bauer für die Erstellung der Mäuerchen diese Rollsteine aus dem Bett der Viola heraufgeschleppt hat, da ihm ringsum übergenug Schutt zur Verfügung stand. Gerollten Silikatsteinen, auch kleineren von Faustgrösse und darunter, begegnen wir zudem auf den von der Erde entblössten Stellen und auf vielen Wegen und Wegspuren, die diesen Teil des Weststroms durchziehen, doch fast immer nur in den Rinnen, seltener an Hängen, nie auf den Höhen der Hügel, und wer die Böschungen längs dieser Wege mustert, kann auch aus dem Humus des Waldbodens einzelne Rollsteine herausstochern. Es fällt auf, dass die Rollsteine da auf den Wegen eher häufiger sind, wo sie auch in den benachbarten Mäuerchen reichlicher auftreten. Immerhin bedeutet «häufig» nie ein Vorherrschen, sondern ein Auftreten von 1 Silikat-Rollstein auf etwa 10 bis 20 Kalksteine, «selten» auf mindestens 100 Kalksteine. Je nach Häufung oder Fehlen dieser Rollsteine lassen sich einige Hauptrinnen feststellen. Ich habe versucht, sie in Bild 6 einzutragen, soweit dies bei den kartographischen Unterlagen möglich ist.

Der Weststrom nördlich der Viola schliesst einige kleinere Becken ein, in denen sich das zugeführte Wasser zu Seelein gestaut haben mag. Das grösste von etwa 3 ha Fläche liegt nördlich des Weilers Torripiano. Oberirdische Abflussrinnen, die sich an der Oberkante der Schlucht bei Torripiano oder am östlichen Ende gegen die Madonna della Pietà befinden müssten, habe ich nicht beobachtet. Das Wasser ist vermutlich unterirdisch gegen die Viola hin abgeflossen.

Auf Rollsteine, wiederum von der Grösse und Gesteinsart der heutigen Alluvionen der Viola, stossen wir auch südlich der Viola. Diese dürfte hier einst bis mehr als 100 m über ihrem einstigen Bett innerhalb des Bergsturzschuttes abgeflossen sein. Das könnte dafür sprechen, dass die Schuttmassen nördlich der Viola ursprünglich mächtiger waren. Dann müssten die Hügel um Sughet und Torripiano nicht als Sturzhügel und Brandungswogen, sondern als durch Erosion herausmodelliert gedeutet werden, annähernd vergleichbar den Thoma von Ems im Churer Rheintal und den Hügeln um Siders. Immerhin ist nicht ausgeschlossen, dass auf der Südseite der Viola die Rollsteine aus höheren Lagen in das Ablagerungsgebiet abgerutscht sind.

Flussgeschiebe ist mir im Weststrom bereits früher aufgefallen. Ich habe es 1915 dadurch zu erklären versucht, dass die Sturzmassen die Alluvionen des Talgrundes aufgeschürft und vor sich her geschoben haben, wie dies für die Ackererde beim Bergsturz von Elm nachgewiesen ist. Wenn auch diese Möglichkeit offen zu lassen

Abb. 7. Profil längs Viola/Adda, 10fach überhöht. Nach d
gestrichelte Linie beidseits Isolaccia entspricht dem ver

mit Geschiebe ausgefüllt, und die Viola floss alsdann
spiegels durch ihr eigenes Geschiebe in die Bergstur
Rinnen mit ihren Rollsteinen hinterliess. In der Fol
lichem Lauf immer tiefer eingeschnitten und bis heu
uns besonders eindrucksvoll vom Weiler Torripiano
madio entgegentritt (Abb. 3 und 4). Auf der ganzen
Viola und Adda innerhalb des Ablagerungsgebietes
nirgends erreicht.

Im Jahr 1947 hat die Mailänder Elektrizitätsgesellschaft (Azi
AEM) in der Ebene hart ausserhalb des Weststroms zwei Boh
wo (in Bild 1) die Höhenkurve 1300 die Viola quert, und man s
auf anstehenden Fels gestossen. Dieses Ergebnis überrascht nic
50 m Tiefe des Schuttes, also mit einer Sohle im Anstehenden zw
Die Bohrungen erfolgten damals im Zusammenhang mit einem
Taleinschnitt, wo die Viola in den Bergsturzschutt eintritt, eine
ist dann wohl angesichts des Ergebnisses aufgegeben worden.
gerade an dieser Stelle hätte sich übrigens auf Grund meiner
AEM angeblich bekannt war, aufdrängen sollen, so dass sie sic
ersparen können. Um die Wasserkräfte des Violatales auszunü
abgeändert worden, dass die Wasser der Viola und ihrer rech
zwischen 1800 und 1900 m gefasst und

im Schuttgebiet vereinzelten Silikatblöcken bis zu ½ m³ Inhalt. Sie sind also erheblich grösser als die Rollsteine und sind nicht gerollt. Wahrscheinlich sind sie aus höher gelegenen Moränen in das Schuttgebiet abgestürzt. Dafür spricht auch, soweit ich beobachten konnte, ihr Vorkommen nahe der Randzone.

Über die Dimensionen sich einen Begriff zu gestalten, hält überaus schwer, da von den ursprünglichen Sturzmassen schon sehr viel, vielleicht weit über die Hälfte weggeräumt ist. Zudem wissen wir nicht, wie tief sie hinabreichen. Möglicherweise ist der Talkessel von Bormio übertieft, da sich hier zur Eiszeit gewaltige Eisströme aus vier Tälern — den Tälern Viola, Fraéle, Braulio und Zebrù/Furva — vereinigten. In welchen Mächtigkeiten sich in diesen Tälern die See-, Fluss- und Bergsturzablagerungen übereinanderschichten, ist mir nicht bekannt. Für den Weststrom dürfte der Schutt bei Premadio eine Mächtigkeit von mindestens 200 m betragen haben, auch nahe dem westlichen Ende noch über 100 m. Nehmen wir bei 5 km² Schuttfläche ein Mittel von 100 m an, so gelangen wir auf 500 Millionen m³ oder ½ km³. Diese Sturzmasse wäre den beiden von OBERHOLZER berechneten Klöntaler Bergstürzen ungefähr gleichzustellen. Der wirkliche Inhalt könnte auch weniger, eher aber mehr ausgemacht haben.

An Ursachen muss wohl in erster Linie an die erosive Tätigkeit der Adda gedacht werden, die nach dem Rückzug der Gletscher besonders lebhaft eingesetzt haben dürfte. Es darf nicht vergessen werden, dass das Bett der Adda früher weiter östlich am Fuss des Reit lag, dessen Hang sie unterspülte. Ausserdem kann die Überschiebungsfläche am Reit als Gleitfläche gewirkt haben, indem das Niederschlagswasser in die zerklüfteten Kalk- und Dolomitmassen einsickerte und auf dem kristallinen Grund die glimmerreichen Schiefer aufweichte, so dass gleichsam eine Schmierfläche zustandekam, ähnlich den von Nagelfluhplatten überlagerten Mergeln am Rossberg ob Goldau. Inwieweit als weitere Ursache die Entlastung vom Eisdruck nach dem Abschmelzen der Gletscher im Spiel war, ist schwierig zu beurteilen. Diese und vielleicht noch andere Ursachen mögen einzeln oder vereint den Absturz ausgelöst haben.

Die Entstehung der Bergsturzlandschaft von Bormio dürfte damit in einigen Hauptzügen geklärt sein. Auf mehrere Unsicherheiten habe ich bereits hingewiesen, und es bleiben noch weitere Fragen offen, deren einige hier gestreift sein mögen. Dass der Bergsturz ein einmaliges Ereignis war, glaubte ich vor 50 Jahren bejahen zu müssen. Ich stand damals unter dem Eindruck der Darstellungen durch ALBERT HEIM über die Bergstürze von Goldau, Elm und Flims und der glarnerischen, die OBERHOLZER beschrieben hat. Heute möchte ich neben einem Hauptsturz, der seine Wellen bis hoch jenseits der Viola hinaufgeworfen hat, auch weitere, kleinere Stürze gelten lassen, die vor- und nachher vom Reit und vom Monte delle Scale niedergegangen sind. Die verschiedenen Stürze nach Herkunft und in ihrer Aufeinanderfolge zu unterscheiden, dürfte schwierig sein, einerseits wegen der Einheitlichkeit des Gesteins im Gebirgszug Scale-Reit, anderseits wegen der weit fortgeschrittenen Abtragung der Sturzmassen. Dagegen kann ich der Auffassung von R. POZZI und A. GIORCELLI (Boll. Serv. Geol. d'Italia, Vol. 81, 1960, S. 55/56), die die ganze Trümmermasse vom Monte delle Scale herleiten, nicht zustimmen. Erstens sind die Abrissnischen am Scale-Grat viel zu klein, als dass aus ihnen eine so gewaltige

Sturzmasse hätte herausbrechen können. Zweitens öffnen sie sich nach SSW, während die Ablagerungen schon südlich darunter mit dem Weststrom ihr Ende finden (Abb. 8). Eher könnte mit der Annahme gerechnet werden, dass die Felsmassen aus dem Raum zwischen Scale und Reit herstammen, wo sich heute die Adda in einer tiefen Schlucht hindurchwindet; denn dieser Durchbruch aus dem alten Tal Braulio-Fraéle nördlich der Kette Reit-Scale-Plator, das sich früher aus dem Stelvio-Gebiet nordwestwärts nach dem Engadin hin entwässert hat, ist geologisch jung.

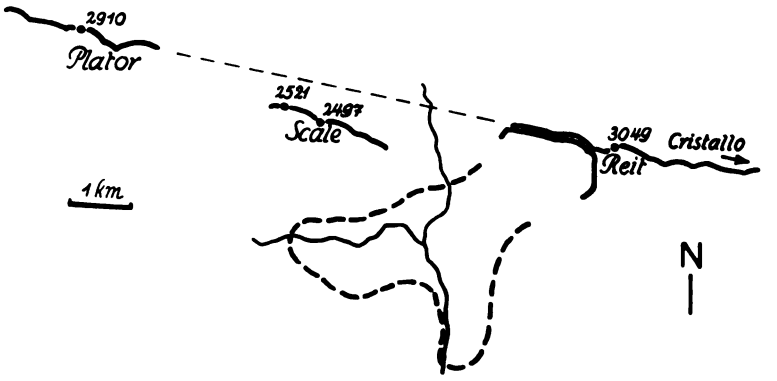


Abb. 8. Der Gebirgszug Plator/Reit. (Näheres im Text.)

In diesem Zusammenhang sei immerhin auf die Möglichkeit hingewiesen, dass auch vom Monte delle Scale einst ein grosser Bergsturz niedergegangen sein könnte. Betrachten wir die Gebirgskette Scale/Reit mit ihren Fortsetzungen westwärts zum Plator und ostwärts zum Cristallo (Abb. 8 und Landeskarte «Berninapass») — eine Kette, die stratigraphisch und tektonisch als einheitlich erkannt wurde —, so fallen beim Monte delle Scale zwei Abweichungen auf: Die Kammhöhe liegt mindestens 400 m tiefer, und sie ist um rund 500 m nach Süden vorgeschoben. Sofern nicht tektonische Ursachen wie Absenkung und Transversalverschiebung vorliegen, könnte man sich in der Linie Plator-Reit einen Scale-Kamm von rund 3000 m Höhe denken, der durch Absturz während oder vor der Eiszeit zur heutigen Höhe erniedrigt wurde und dessen Trümmer bereits weggeräumt sind.

Für eine künftige Bearbeitung fehlt es also nicht an ungelösten Problemen.

Karten

Carta d'Italia 1 : 25000, Bl. 8: II NE (Bormio) u. Bl. 8: II NO (Valle di Dentro).
Landeskarte der Schweiz 1 : 50000, Bl. 269 Berninapass.

Berichte

Der Firnzuwachs pro 1961/62 in einigen schweizerischen Firngebieten

49. Bericht

Von

W. KUHN

Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt

A. Verdankungen und Quellenangaben

Die in unserem Bericht zusammengestellten Messungen wurden wie üblich von folgenden Instituten und Einzelpersonen betreut:

Clariden: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (MZA).
Silvretta: Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF).
Jungfraufirn: Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH.
Berninagebiet: Dr. G. GENSLER, Samaden / Flugwetterzentrale Zürich-Kloten.

Die im Laufe des Jahres aufgezeichneten Pegelablesungen stammen von den S.A.C.-Hüttenwarten B. MARTI (Clariden) und N. GSCHWEND (Silvretta).

Allen, die an diesen Messungen mitgearbeitet oder uns ihre Ergebnisse übermittelt haben, sei bestens gedankt.

Wir zitieren noch eine von TH. ZINGG aus Beobachtungen auf dem Standard-Versuchsfeld Weissfluhjoch gefundene Beziehung zwischen der Temperatursumme T (Summe positiver Tagesmittel) und der im gleichen Zeitintervall gebildeten Schmelzwassermenge A:

$$A = 0{,}45 \cdot T$$

(A in cm, T in Gradtagen). Diese Formel wurde publiziert im 14. Winterbericht des SLF (1949/50). Sie ist natürlich nur anwendbar, wenn sich A und T auf die gleiche Höhenlage und das gleiche klimatische Gebiet beziehen.

B. Witterung und Schneeverhältnisse

Der Herbst 1961 zeichnete sich bis Mitte Oktober durch ungewöhnlich sonnige, warme Witterung aus. Es bestehen eindeutige Anhaltspunkte dafür, dass nach unserer Herbstmessung (Silvretta 30. August, Clariden 13. September 1961) auf den beiden genannten Firnflächen noch beträchtliche Schneemengen wegschmolzen (z. B. 1 m bei der unteren Claridenboje), was in diesem Ausmass glücklicherweise selten vorkommt (ähnlich 1947, 1949, 1959). Nur dank dem Umstand, dass die Pegelstangen vorsorglicherweise tief eingegraben worden waren, blieben sie überhaupt stehen.

Beim Kaltlufteinbruch vom 17. Oktober erhielt das Hochgebirge bleibenden Schnee. Die Sch
ecke bekam in den eigentlichen Wintermonaten mehrmals kräftigen Zuwachs. Der im Mittel
urch Waldschäden bekannt gewordene Schneefall vom 1./2. Januar 1962 wirkte sich zwar in
stlichen und zentralen Schweizer Alpen nicht stark aus. Dafür fielen dort grosse Schneeme
nde Januar und um Mitte Februar. Stürmischer Nordwestwind verfrachtete um Mitte Februa
chnee von Nordhängen über die Alpenkämme nach Süden.

Tabelle B 1. **Schneehöhen auf unvergletscherten Bergstationen**

Station	Gütsch ob Andermatt	Säntis	Weissfluhjoch ob Davos
Höhe des Messfeldes (m ü. M.)	2290	2350	2540
17. Oktober 1961	0	2	0
19. Oktober	25	28	28
27. Oktober	0	0	5
29. Oktober	30	16	5
3. November	10	2	3
6. November	50	98	20
15. November	77	55	34
5. Dezember	40	30	38
7. Dezember	67	110	65
15. Dezember	80	120	101
31. Dezember	50	50	88
3. Januar 1962	80	82	98
14. Januar	150	85	120
25. Januar	140	99	113
30. Januar	205	232	157
13. Februar	180	201	168

auf (Weissfluhjoch am 7. April mit 275 cm, Säntis am 10. April mit 350 cm und Gütsch am 18. April mit 430 cm). Die zweite Hälfte April und die erste Maidekade brachten bei relativ hoher Temperatur zunächst eine Setzung der Schneedecke. In der zweiten und dritten Maidekade herrschte nochmals kaltes, niederschlagsreiches Wetter, was zu einem sekundären Maximum der Schneehöhe führte.

In Firngebieten oberhalb etwa 2750 m ü. M. dürfte die Schneedecke erst anfangs Juni ihre grösste Mächtigkeit erreicht haben. Im Juni setzte in tieferen Lagen kräftige Ablation ein. Gütsch und Säntis aperten schon vor Ende Juni aus. In der Firnregion kam es vermutlich erst im Juli zu einem raschen Abbau der Schneedecke. Noch wärmer und trockener als der Juli waren der August und die erste Hälfte September.

Tabelle B 2. **Monatsmittel der Lufttemperatur auf Bergstationen**

M = Monatsmittel 1962, A = Abweichung vom durchschnittlichen Monatsmittel 1901—1940

Station	Gütsch		Säntis		Weissfluhjoch		Jungfraujoch	
Höhe (m ü. M.)	2287		2500		2667		3578	
	M	A	M	A	M	A	M	A
Mai 1962	−0,7	−1,9	−2,8	−2,8	−2,4	−1,5	−8,5	−1,7
Juni	3,3	−1,1	1,6	−1,4	1,0	−1,3	−3,9	−0,3
Juli	6,3	−0,7	4,5	−0,5	4,3	−0,1	−1,9	−0,1
August	9,3	+2,1	6,9	+2,0	7,3	+2,6	1,0	+2,7
September	5,0	+0,4	3,1	+0,4	3,3	+0,7	−2,5	+1,1
Mai-Sept.	4,6	−0,3	2,7	−0,4	2,7	+0,1	−3,2	+0,3

Aus Tabelle B 2 geht hervor, dass August und September übernormale Temperaturen aufwiesen, während die Monate Mai bis Juli zu kühl waren. Besser als die Monatsmittel eignen sich zur Beurteilung der Ablation die in Tabelle B 3 und B 4 aufgeführten Temperatursummen, die ja nach der zitierten empirischen Formel ungefähr proportional zur Schmelzwassermenge sind. Man kann aus den mitgeteilten Temperatursummen schliessen, dass ca. 40% der gesamten Ablation auf Konto des Monats August gehen.

Tabelle B 3. **Temperatursummen (Summen der positiven Tagesmittel) auf Bergstationen (gemessen) und Firnfeldern (berechnet)**

Für Clariden wurden die Tagesmittel von Gütsch, für Silvretta diejenigen von Weissfluhjoch und für Jungfraufirn diejenigen von Jungfraujoch der Höhe entsprechend reduziert

Ort:	Gütsch	Clariden		Säntis	Weiss-fluhjoch	Silvretta		Jungfrau-joch	firn
Höhe (m ü. M.)	2287	2700	2900	2500	2667	2750	3000	3578	3350
Mai 1962	34	13	7	17	21	17	9	0	0
Juni	121	73	55	100	84	76	53	14	30
Juli	198	128	97	155	150	137	98	24	41
August	290	209	169	217	232	216	167	47	79
September	161	104	79	121	130	119	89	18	37
Mai-September	804	527	407	610	617	565	416	103	187

Die Temperatursumme des Säntis beläuft sich in der Ablationsperiode (Mai bis September) mit 610 Gradtagen auf 102% des langjährigen Mittelwertes; im ganzen hydrologischen Jahr beträgt sie 720 Gradtage oder 110% des langjährigen Mittels.

Die Radiosonden von Payerne und München lieferten im 700-Millibar-Niveau diesmal ungefähr gleiche Temperatursummen, während Mailand wesentlich höhere Werte ergab. Das normale Gefälle der Temperatur von Süden nach Norden war im Sommer 1962 über Europa bedeutend verstärkt, so dass Deutschland einen kalten, Italien aber einen warmen Sommer erlebte. Das Alpengebiet gehörte wenigstens im südlichen Teil zur warmen Zone.

B 4. **Temperatursummen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = ca. 3100 m ü. M.) nach Radiosondierungen**

(Mittel aus 1-h- und 13-h-Aufstieg, berechnet von G. GENSLER)

Ort:	Payerne	München	Mailand	$^2/_3$ Mailand + $^1/_3$ München
Mai 1962	2	1	8	6
Juni	28	27	51	43
Juli	44	38	102	81
August	78	82	175	144
September	44	47	79	68
Mai-September	196	195	415	342

letzte Kolonne von Tabelle B 4 ($^2/_3$ Mailand + $^1/_3$ München) dürfte den Temperatur- und nsverhältnissen im Berninagebiet (Abschnitt F dieses Berichtes) gerecht werden.

Tabelle B 5. **Sonnenscheindauer auf meteorologischen Vergleichsstationen**

= absolut, in Stunden %M = in Prozent der maximal möglichen Sonnenscheindauer
%m = in Prozent des langjährigen Mittels

	Ablationsperiode Mai-September 1962			Hydrologisches Jahr Okt. 1961 bis Sept. 1962		
	a	%M	%m	a	%M	%m
Säntis	936	—	—	1946	—	—
Braunwald	924	51	107	1648	48	106
Gütsch	1146	—	—	2093	—	—
Jungfraujoch	1099	—	—	1907	—	—

Wasserwert von rund 250 cm. Subtrahiert man hievon den Wasserwert der am 13. September 52 durchgrabenen Restschicht, so ergibt sich beim oberen Messplatz ein Massenverlust von 145 cm asserhöhe, beim unteren ein solcher von 225 cm. Nach dem Ergebnis beider Totalisatoren (Tabelle 3) sind im Sommer rund 75 cm Niederschlag gefallen; hievon dürften bei der unteren Boje etwa Drittel, bei der oberen zwei Drittel in Form von Schnee abgelagert worden sein. Damit ergibt h eine totale Schmelzleistung von schätzungsweise 190—200 cm auf 2900 m und 250 cm auf 2700 m. Auf zeitweise kräftigen Regen deuten zahlreiche tiefe Abflussrillen an Gletscherhängen unterhalb 50 m (s. Abb. 1).

Tabelle C 1. **Schneehöhen auf Clariden** (in cm)

		bezogen auf 13. Sept. 1961		bez. auf Mitte Okt. 1961	
Messplatz:	Hüttenpegel	Unterer Firnpegel	Oberer	Unterer Firnpegel	Oberer
Höhe (m ü. M.)	2440	2700	2900	2700	2900
24. Sept. 1961	0	-72	-70	—	—
25. März 1962	300	328	350	430	420
21. April	350	443	465	540	535
28. April	308	383	439	480	510
9. Juni	240	413	—	510	—
18. Juli	180	303	405	400	475
30. Juli	90	228	330	330	400
12. August	0	118	250	220	320
28. August	0	28	180	130	250
2. September	0	- 2	155	100	225
13. September	0	-52	127	50	195

Tabelle C 2. **Firnzuwachs auf Clariden nach Abstichen und Grabungen**

	Messplatz	Schneehöhe	Wasserwert	Mittleres Raumgewicht
	m ü. M.	cm	cm	kg/m³
28. April 1962	2700	480	215	448
13. September	2700	51	25	491
13. September	2900	183	105	574

Tabelle C 3. **Niederschlag im Umkreis der Clariden**

W (Winter) = Periode vom 14. September 1961 bis 27. April 1962
S (Sommer) = Periode vom 28. April bis 12. September 1962
G = W+S = Periode vom 14. September 1961 bis 12. September 1962
H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Oktober 1961 bis 30. September 1962
N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901—1940

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Linthal-Auen	815	111	59	170	172	165	104
Linthal-Fätschbach	685	114	66	180	182	—	—
Urnerboden	1350	93	62	155	157	173	91
Braunwald	1190	128	66	194	196	189	104
Elm	960	93	67	160	163	153	107
Disentis	1170	66	33	99	103	126	81
Totalisatoren:							
Claridenhütte	2480	117	75	192	194	—	—
Geissbützistock	2710	282	72	354	358	345	104

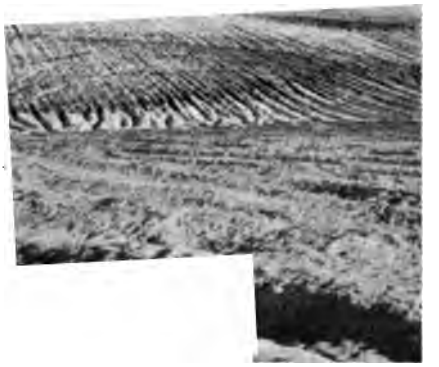


Abb. 13. Se Abflus

Der obere Firnpegel hatte sich im Laufe eines Jahres um 12, eine Bewegung, die mit geringen Abweichungen Jahr für Jahr ge

Zu den in Tabelle C 3 wiedergegebenen Niederschlagsmengen Die beiden Totalisatoren ergaben im Winter sehr verschiedene, i Werte. Der Winterniederschlag vom Geissbützistock ist zweifello der in das Gefäss hineingewirbelt wird. Anderseits dürfte der auf aufgestellte untere Totalisator im Winter zu kleine Niederschläge e Wind zu wenig Schnee ins Gefäss gelangt, sei es, dass vom ben wieder herausgesogen wird. Ein ähnliches Ergebnis wurde ja scl kann der Wind auf verschiedene Niederschlagssammler je nach der Umgebung gerade entgegengesetzte Wirkungen ausüben.

Die Jahressummen des Niederschlages (Kolonne H) weiche Etwas übernormalen Winterniederschlägen stehen zu kleine Somr ders trocken war der Sommer in Disentis, das allerdings als St einer anderen klimatischen Region gehört als die Glarner Statio

Tabelle D 1. **Schneehöhen auf Silvretta** (in cm), nach Pegelablesungen, bezogen auf 30. August 1961

	Unterer Messplatz 2750 m ü. M.
14. April 1962	285
24. April	235
20. Juli	135
2. August	35
12. August	–25
5. September	–175

Tabelle D 2. **Firnzuwachs (Akkumulation) auf Silvretta**

nach Abstichen und Grabungen am 24./25. Mai 1962

Messplatz	Höhe m ü. M.	Schneehöhe cm	Wasserwert cm	Mittl. Raumgewicht kg/m³
Vorfeld	2460	295	137	463
Unterer Silvrettagletscher	2750	390	174	446

geringer als im Vorjahr. Möglicherweise ist durch den Nordweststurm vom 16.—18. Februar 1962 Schnee ins Engadin verfrachtet worden. Dies dürfte vor allem im oberen Teil des Silvrettagletschers zutreffen, wo wahrscheinlich auch weniger Niederschlag fiel; im Unterengadin war ja auch der Winter verhältnismässig trocken.

Bei der Herbstaufnahme vom 20. September 1962 lagen auf Eisunterlage nur noch 20 cm Altschnee unbekannten Alters, überdeckt von 25 cm Neuschnee vom 16.—18. September. Die untere Pegelstange war seit dem Vorjahr um 11,1 m nach Westen gewandert.

Die Passboje muss schon im Herbst 1961 in einer Spalte verschwunden sein, da sie seither nicht mehr gesehen wurde. Der obere Messplatz ist infolge der Zerklüftung nahezu unbegehbar und für Firnzuwachsmessungen ungeeignet geworden.

Tabelle D 3. **Niederschlag im Umkreis der Silvretta**

W (Winter) = Periode vom 30. August 1961 bis 24. Mai 1962
S (Sommer) = Periode vom 25. Mai bis 19. September 1962
G = W+S = Periode vom 30. August 1961 bis 19. September 1962
H = Hydrologisches Jahr = Periode vom 1. Oktober 1961 bis 30. September 1962
N = Normale Jahressumme = Mittel der Jahre 1901—1940

Ort	Höhe m ü. M.	W cm	S cm	G cm	H cm	N cm	H/N %
Weissfluhjoch	2540	73	34	107	103	114	91
Davos	1560	60	28	88	89	100	89
Klosters	1200	85	35	120	121	128	94
St. Antönien	1460	84	42	126	126	138	91
Susch	1430	36	20	56	56	74	76
Schuls	1250	41	21	62	62	71	87
Totalisatoren:							
Silvretta-Vorfeld	2460	117	57	174	173	—	—
Silvretta-Hütte	2370	73	46	119	118	146	76
Alp Novai[1])	1360	85	33	118	118	—	—

[1]) Messperioden: 18. September 1961 bis 24. Mai 1962 und 25. Mai bis 4. Oktober 1962.

Im unteren Teil des Gletschers fällt namentlich ein starkes Abschmelzen der Südwestflanke auf. Auch die orographisch rechte, nördliche Flanke ist in Umbildung begriffen und stark von Spalten durchzogen. An der Oberfläche bilden sich überall Mulden. Für die Messung des Zungen-Rückgangs mussten neue Marken gesetzt werden.

E. Jungfraufirn

Hier ist zunächst auf einen Druckfehler im letzten Bericht (Jahrg. 106, Seite 464 dieser Zeitschrift) hinzuweisen. In der rechten Hälfte der Tabelle E sind die Datumsangaben durcheinandergewürfelt, wogegen die Reihenfolge der Schneehöhen chronologisch richtig ist. Ordnet man die Daten chronologisch, stimmt die Tabelle.

Tabelle E. **Schneehöhen auf dem Jungfraufirn ab 5. Oktober 1961,** in cm

(Pegel 3 der Schweizerischen Gletscherkommission, 3350 m ü. M.)

5. Oktober 1961	0	24. März 1962	280
8. Oktober	50	10. Mai	420
14. Oktober	50	18. Mai	460
21. Oktober	80	22. Mai	475
31. Oktober	80	2. Juni	*500*
20. November	80	28. Juni	420
20. Dezember	80	16. Juli	390
5. Januar 1962	240	1. August	355
1. Februar	280	27. August	310
10. Februar	290	12. September	270
24. Februar	270	22. September	295
18. März	290	2. Oktober	290

Die diesjährige Tabelle E enthält vor allem eine merkwürdige Tatsache, nämlich die sprunghafte Zunahme der Schneehöhe vom 20. Dezember 1961 zum 5. Januar 1962. Da andere Firnpegel in der Umgebung von Pegel 3 ähnliche Ergebnisse zeitigten, ist kaum an der Richtigkeit dieser Ablesung zu zweifeln. Man wird aber diesen Schneezuwachs nur teilweise atmosphärischen Niederschlägen zuschreiben dürfen, da diese im Jungfraugebiet nicht so gross waren. Zum Teil muss es sich um herangewehten Treibschnee handeln.

Vom März an ist die Schneehöhe verglichen mit derjenigen auf dem 500 m tiefer gelegenen Claridenfirn eher gering. Auch dieses Manko lässt sich wahrscheinlich auf Windeinflüsse zurückführen.

Charakteristisch für die Höhenlage des Jungfraufirns ist der langsamere Rückgang der Schneehöhe während des Sommers. Auch auf den Wiederanstieg nach dem 12. September sei hingewiesen.

F. Berninagebiet

Die beim Vadretin Misaun und Rosatschgletscher gefundene starke Ablation wird bestätigt durch das Ergebnis direkter Sondenabstiche auf dem Diavolezzafirn (2965 m ü. M.); dort betrug

Tabelle F. **Firnzuwachs im Berninagebiet seit dem 7. September 1961,** in m

nach Fernrohrbeobachtungen von Samedan aus

Gletscher:	Misaun	Rosatsch	Palü
Höhe (m ü. M.)	3010	3100	3850
23. Januar 1962	2,0	1,2	2
7. Juli	1,2	0,6	–
29. Juli	0,4	0,2	–
9. September	–1,9	–1,3	2½

am 10. September 1962 die Mächtigkeit der Firnschicht über dem Gletschereis nur noch 170 cm gegenüber 410 cm im September 1961. An dieser Stelle sind also ausser dem Winterschnee 1961/62 240 cm Altschnee abgeschmolzen, wenn man von der sicher unbedeutenden Setzung der älteren Jahresschichten absieht. An den umliegenden Felsen konnte ein Absinken der Firnoberfläche um 1½ bis 2 m festgestellt werden. Unterhalb von 2900 m ü. M. kam blankes Gletschereis zum Vorschein.

Die Firnkante des Palü-Mittelgipfels zeigte folgende absolute Höhenänderungen seit September 1961:

Januar 1962	+½ m
Juli	0 m
September	−1 m

Falls die Schmutzeinlagerungen richtig gedeutet wurden, ergeben sich am Palü folgende Firnrücklagen:

seit Herbst 1960:	5½ m
„ „ 1959:	7½ m
„ „ 1958:	10½ m
„ „ 1957:	14 m
„ „ 1956:	16½ m

Am 26. Januar stellte Dr. GENSLER in der Umgebung von Samaden mit dem Massstab folgende Schneetiefen fest:

St. Moritz (Pegel MZA)	1830 m ü. M.	58 cm
Saluver-Marguns	2275 „	87 cm
Corviglia	2480 „	117 cm

Im September lag die Firngrenze auf wenig geneigten Gletschern bei 3050 m ü. M. (gegenüber 2830 m im Vorjahr). Etwa 20 m tiefer waren auch die beiden Jahresschichten 1960/61 und 1959/60 weggeschmolzen, so dass blankes Eis an die Oberfläche kam. An Nordhängen reichte die Eisausaperung bis 2880 m (gegenüber 2560 m im Vorjahr). An Ost- und Südosthängen war der Firnschnee unterhalb 3300—3400 m verschwunden (1961: 3150 m).

Beobachtungen über die Ausaperung auf eisfreiem Gelände ergaben Ende Juni noch einen Rückstand um gut 3 Wochen gegenüber mittleren Verhältnissen; dieser Rückstand verringerte sich bis Ende Juli auf eine Woche. Im warmen August wurde der durchschnittliche Ausaperungsstand erreicht und überschritten. Anfangs September entsprach das Bild etwa demjenigen der Jahre 1958, 1946, 1942. Von insgesamt 28 Beobachtungsjahren ergaben folgende 10 eine noch stärkere Ausaperung: 1959, 1956, 1952, 1950, 1949, 1947, 1945, 1944, 1943 und 1938.

In Anbetracht des späten Beginnes hochsommerlicher Witterung hat die Engadinersonne eine beachtliche Schmelzleistung vollbracht. Dies wird verständlich, wenn man sich die relativ hohen Temperaturen der Alpensüdseite vergegenwärtigt. Verglichen mit den Normalwerten war das Engadin in diesem Sommer effektiv etwas wärmer als Mittelbünden, was man z. B. anhand der Temperaturen von Bevers und Arosa nachweisen kann.

G. Résumé 1961/62

Die winterliche Schnee-Akkumulation war auf Clariden etwas übernormal, auf den übrigen in diesem Bericht erwähnten Gletschern etwa normal. Die Ablation wurde im Hochgebirge erst von Mitte Juli an intensiv; bis Mitte September schmolzen dann aber grosse Schneemengen, wobei die Firngrenze namentlich auf den Bündner Gletschern hoch hinauf rückte. Das Temperaturgefälle von Süden nach Norden war im Sommer 1962 über Europa gegenüber der normalen Verteilung verstärkt; daraus erklären sich auch gewisse regionale Unterschiede innerhalb der Schweizer Alpen.

ffentlichen naturhistorischen Sammlungen und die medizinhistorische Sammlung beider Hochschulen in Zürich

Einleitung

ürich bestehen an der Universität und an der E.T.H. eine Reihe naturhistorischer Samm- die nicht nur für den Unterricht an der Hochschule und für wissenschaftliche Untersuchungen nt, sondern auch der Öffentlichkeit zugänglich sind. Über die Herkunft dieser Sammlungen, ufbau und ihre mannigfachen Funktionen sollen die nachfolgenden Berichte Aufschluss Es ist vorgesehen, solche Berichte in Jahresabständen zu wiederholen.

mineralogisch-petrographische, die geologische, die botanische, die zoologische und paläonto- Sammlung stehen in enger Beziehung zur Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Sie en aus einem Raritätenkabinett, das mit seinen Anfängen in das 18. Jahrhundert zurückreicht 5 bei der Gründung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürch an diese überging. Um he Zeit wurde an der Walche ein botanischer Garten errichtet.

Naturalienkabinett, welches jegliche Art von Naturgegenständen aufnahm, war zunächst t für Naturprodukte aus dem Kanton Zürich. Die grosse Schenkfreudigkeit seiner Gönner llerdings dazu, dass diese Beschränkung bald fallen musste, und fortan fanden Sammel- aus allen Erdteilen im Kabinett Aufnahme. Von seinem alten Standort im Zunfthaus «Zur » verbrachte man es 1821 ins «Hinteramt», am Münzplatz, wo 1837 die Universität entstand, welcher Gelegenheit die Sammlungen in den Besitz des Kantons übergingen. Fortan dienten ehrsammlungen für den Hochschulunterricht.

Die mineralogisch-petrographische Sammlung der ETH

Die Sammelaktivität, die im Laufe der Zeit zu den gegenwärtigen Beständen der mineralogisch-petrographischen Sammlung der ETH führte, hat vor rund 200 Jahren begonnen. Die Naturforschende Gesellschaft in Zürich hatte bereits am Ende des 18. Jahrhunderts durch Erwerbung von privat angelegten Sammlungen sowie durch Käufe von einzelnen Mineralien die ersten Ansätze zu einem systematischen und nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten vereinheitlichten Mineralienkabinett geschaffen. Durch zahlreiche Geschenke konnte die Sammlung zu Beginn des 19. Jahrhunderts weiter vergrössert werden.

Unter dem ersten Ordinarius für Mineralogie und Petrographie an der ETH und der Zürcher Universität, Prof. A. Kenngott, erhielt die Sammlung durch das testamentarische Vermächtnis des bekannten Zürcher Mineralogen, D. F. Wiser, sein berühmtes Mineralienkabinett. Ende 1908 ging die mineralogische Sammlung durch den Ausscheidungsvertrag in den Besitz der Eidgenossenschaft über.

Mit dem Umzug des Mineralogischen Institutes aus dem Hauptgebäude der ETH in das neue Naturwissenschaftliche Gebäude an der Sonneggstrasse 5, wo die Sammlung das ganze erste Unterstockwerk einnahm, ist sie unter den Konservatoren L. Weber (1921–1931) und R. L. Parker (1931 bis 1958) in einer ihrem Umfang und Reichtum entsprechenden Weise zur Schau gestellt worden. Es ist das Verdienst Prof. Parkers, insbesondere die Systematik alpiner Kluftminerallagerstätten ausgearbeitet zu haben, eine Arbeit, die in seinem 1954 erschienenen Buch «Die Mineralfunde der Schweizeralpen» (Verlag Wepf & Co., Basel) niedergelegt worden ist. Die Bestände sind zum grössten Teil in permanente Ausstellungen zusammengefasst und als einzige museumsartige mineralogische und petrographische Kollektion in Zürich dem Publikum zugänglich (Öffnungszeiten jeweils am 1. und 3. Sonntag des Monats, 10–12 Uhr, ausgenommen Feiertage; Eingang Clausiusstrasse).

Als Sammlung für Forschung und Unterricht ist sie stets eng mit dem Institut für Kristallographie und Petrographie der ETH verbunden und spiegelt in ihrem Aufbau die jeweils am Institut gepflegte Forschungstätigkeit und spezielle Arbeitsrichtung wieder. In neuester Zeit (1957 und 1961) wurden durch den Bau von Forschungslaboratorien im nordwestlichen Seitensaal der Sammlung grössere Umstellungen notwendig, die eine Neuordnung der bisherigen Schausammlung bedingten.

Die Sammlung gibt in ihrer Gesamtheit Auskunft über die die äussere Lithosphäre aufbauenden Mineralien und Gesteine. Sie versucht, dem Besucher die äusseren Merkmale sowie die Mannigfaltigkeit in der Erscheinungsform der Mineralien zu erklären. Die oft vollkommene Kristallausbildung lässt für jede Mineralart, als natürlich auftretende Verbindung, Symmetrieeigenschaften, Habitus und Tracht erkennen, die gesetzmässige Äusserungen ihres atomaren Aufbaus sind. Die Ausstellung enthält eine grosse Anzahl von alpinen Mineralklüften, an denen besonders die Wachstumsart der Kristalle, ihre Aggregatformen und vor allem die verschiedenartigsten Mineralvergesellschaftungen (Paragenesen) studiert werden können. In einem petrographischen Sektor bietet sie Einblick in die Vielfalt der am Aufbau der Erdkruste massgeblich beteiligten Gesteine, die ihrer Entstehung nach durch Mineralbestand, Textur und Struktur bestimmt sind.

Die einzelnen Abteilungen der Sammlung umfassen:

— eine Ausstellung mit Kristallstufen, die der speziellen Mineralogie gewidmet ist, geordnet nach kristallchemischen Gesichtspunkten;
— ein Edelsteinkabinett mit Beispielen natürlicher sowie künstlicher Schmucksteine, mit Modellen bekannter historischer Diamanten und gebräuchlichen Schlifformen;
— eine regional-alpine Mineraliensammlung mit Kristallstufen schönster Qualität, die Seltenheitswert besitzen;
— eine Sammlung bautechnisch wichtiger Gesteine und nutzbarer Mineralien der Schweiz;
— einen erzlagerstättenkundlichen Teil, in welchem klassische Assoziationen von Erzmineralien und Gangarten durch grosse Schaustücke vertreten sind, und
— eine petrographische Sammlung eruptiver sowie metamorpher Gesteine mit Kollektionen aus bekannten petrographischen Provinzen.

Einen wertvollen Bestandteil der Sammlung bildet die bereits erwähnte Kollektion von F. D. Wiser mit vor allem alpinen Mineralien, die einmalige, ausgezeichnete Exemplare von klassischem Wert

enthält. Dazu kommen die Sammlungen alpiner Mineralparagenesen von J. KÖNIGSBERGER und F. WEBER sowie diejenige von C. TADDEI mit Mineralien aus den Tessiner Alpen. Gesondert aufgestellt sind instruktive Kristallmodelle – konstruiert und der Sammlung von Herrn C. PINSENT geschenkt –, ferner eine Gesteinssammlung schweizerischer Vorkommen und eine Demonstrationssammlung mit Modellen bekannter Meteorite.

Wichtige Eigenschaften der Mineralien wie Härte, Glanz und Farbe werden an typischen Objekten in den 1958 erworbenen vier Leuchtkästen demonstriert, in welchen auch die Gliederung der Gesamtsammlung durch Schaustücke erklärt wird. Ferner sind darin eine kleine Ausstellung über Mineralien für die Atomenergie sowie eine über «Strahler des Atomzeitalters» untergebracht. In einer speziellen Vitrine sind Tektite der bisher bekannten Fundorte vereinigt.

Durch die Tätigkeit ehemaliger Schüler im Ausland wurden der Sammlung verschiedentlich Gesteins- und Erzkollektionen vermacht, die besonders für den Unterricht von Bedeutung sind. Desgleichen sind Belegsammlungen der im Laufe der Jahre am Institut für Kristallographie und Petrographie ausgeführten Diplom- und Dissertations-Arbeiten, grösstenteils regional-petrographischer Art, in Depots aufbewahrt. Die Sammlung verfügt auch über namhafte Bestände von petrographisch wichtigen Belegstücken aus Stollen- und Tunnelbauten. Als weiteres Depositum wird die Studiensammlung vulkanischer Gesteine der Stiftung Vulkaninstitut I. FRIEDLAENDER verwaltet.

Personal

Direktor der mineralogisch-petrographischen Sammlung ist seit 1954 Prof. Dr. F. LAVES, Vorsteher des Institutes für Kristallographie und Petrographie an der ETH; Konservator ist seit 1959 PD Dr. M. GRÜNENFELDER.

Aktivität

Nebst den für Unterrichtszwecke jeweils ausgeliehenen Objekten sind in der Berichtsperiode für Filmaufnahmen und auswärtige Ausstellungen Kristallstufen unserer Sammlung zur Verfügung gestellt worden. Herrn Dr. R. METZ, Freiburg i.Br., wurde für die Illustration eines Buches «Das Antlitz der Steine» (in Vorbereitung) und Herrn R. BOENIGER, Zürich (siehe O. W. FLÖRKE, «Palette», 1961), Farbaufnahmen einzelner Mineralien bewilligt. Herrn dipl. nat. J. NEHER, Zürich, stellten wir Mineralien für seine geomikrobiologischen Untersuchungen zur Verfügung.

Veröffentlichungen

Folgende Veröffentlichungen des Institutes befassen sich ganz oder teilweise mit Objekten der reichhaltigen Sammlung:

P. ARÉVALO-CARRETERO, C. BURRI und M. WEIBEL (1962): Zur Petrochemie des Roccamonfina Vulkans (Prov. Caserta, Italien). Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42, S. 237–268.

H. U. BAMBAUER und F. LAVES (1960): Zum Adularproblem. I. Adular vom Val Casatscha: Mimetischer Lamellenbau, Variation von Optik und Gitterkonstanten und ihre genetische Deutung. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 40, S. 177–205.

H. U. BAMBAUER (1961): Spurenelementgehalte und Gamma-Farbzentren in Quarzen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 41, S. 335–369.

H. U. BAMBAUER, G. O. BRUNNER, F. LAVES (1961): Beobachtungen über Lamellenbau an Bergkristallen. Z. Krist. 116, S. 173–181.

— (1962): Wasserstoff-Gehalte in Quarzen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen und die Deutung ihrer regionalen Abhängigkeit. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42, S. 222–236.

G. BAYER (1962): Isomorphie- und Morphotropie-Beziehungen bei Oxyden mit TiO_2-Typ und verwandten Strukturen. Ber. Dtsch. Keram. Ges., S. 535–554.

G. BRUNNER, H. WONDRATSCHEK, F. LAVES (1961): Ultrarotuntersuchungen über den Einbau von H in natürlichem Quarz. Z. Elektrochemie 65, S. 735–750.

O. W. Flörke (1961): Reaktionen von TiO_2 mit Cr_2O_3. Vergleich mit anderen Oxydpaaren. Ber. Dtsch. Keram. Ges. 38, S. 133–149.
— (1961): Farbe im Mineralreich. «Palette» (Basel) 7, S. 17–26.
S. Hafner, P. Hartmann und F. Laves (1962): Magnetische Kernresonanz von Al^{27} in Adular. Zur Deutung der Adularstruktur. Schweiz. Min. Petr. Mitt. (im Druck).
H. H. Pfenninger (1961): Diffusion von Kationen und Abscheidung von Metallen in Quarz unter elektrischer Feldeinwirkung. Diss. Universität Zürich.
M. Weibel (1960): Über Phenakit aus den Schweizer Alpen. N. Jb. Min., Abh. 94, S. 1241–1247.
— (1961): Chemische Untersuchungen an alpinen Kluftmineralien. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 41, S. 8–11.
— (1962): Adularfunde aus dem Val Medel. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42, S. 275–276.
— (1962): Von Kristallen und Strahlern, Volkshochschule, Zürich, Heft 4.
M. Weibel, V. Koeppel (1962): Boulangerit und Jamesonit als alpine Kluftmineralien. Schweiz. Min. Petr. Mitt. (im Druck).
H. Wondratschek, G. Brunner, F. Laves (1960): Ein Mechanismus bei der Elektrolyse von Quarz. Naturwiss. 47, S. 275.

Zuwachs

Als bemerkenswerte Käufe sind zu nennen: Eine Titanitstufe vom neuen Fund aus dem Gerental; Epidot- und Adularstufen sowie Epidotkristalle von der Kammegg; verschiedene Fluorite vom Talalpsee; zwei Szepterquarze, Val Canaria; eine Adularplatte vom Lukmanierpass; ein Fluorit vom Gelmerhorn; eine Periklinstufe vom Pizzo Centrale; einzelne Turmaline, Topase und ein Hiddenit aus Brasilien; Kupferkies-, Zinkblende-, Boulangeritstufen von Trepca (Jugoslawien); eine Amethyststufe (Uruguay) sowie drei Stufen mit kristallisiertem Rosenquarz, Espirito Santo, Brasilien.

Wiederum konnten der mineralogisch-petrographischen Sammlung durch Schenkung mehrere schöne Kristallstufen der Schweizer Alpen und des Auslandes einverleibt werden. Darunter sind speziell zu erwähnen: ein Calcit aus dem Zermattertal; eine Beryllstufe, Val Bondasca; eine Calcitstufe vom Rinderstock; diverse Stufen der Paragenese Quarz, Calcit, Chlorit und Adular, Felsberg-Calanda, und einer Aragonitstufe vom Münstertal sowie an ausländischen Mineralien: eine Umangitstufe, Sierra de Umango (Argentinien); eine grosse Pyritstufe, Brosso, Piemont; eine Apophyllitstufe, Brasilien; drei Lapis-Lazulistufen aus Afghanistan; eine Suite von seltenen Mineralien aus dem Kongo sowie ein Stück des 1959 bei Kandahar, Afghanistan, gefallenen Steinmeteoriten. Der Edelsteinsammlung wurden ein besonders schöner, verzwillingter Chrysoberyll aus Brasilien, ein geschliffener Stein aus synthetischem Strontiumtitanat («Fabulit») sowie geschliffene Danburit-, Zirkon-, Spinell- und Olivinkristalle von Mogok, Burma, geschenkt.

Im Tauschverkehr konnte die Sammlung ebenfalls ergänzt werden: Das Edelsteinkabinett wurde durch einen brasilianischen Spodumen und zwei Chrysoberylle bereichert. Die regional-alpine Sammlung erhielt eine schöne Stufe mit ausgezeichneten Arsenkieskristallen von Curaglia. Die Sammlung «Spezielle Mineralogie» wurde durch drei Goslaritstufen von Rammelsberg (Deutschland) sowie durch Tremolit von Cannax (USA) und diversen Phosphat-Mineralien aus Oklahoma (USA) vermehrt.

Aus einem 1961 der Sammlung vermachten Legat sind einzelne grosse, repräsentative Quarzstufen aus den Schweizer Alpen käuflich erworben worden.

Besuche

Die Sammlung dient seit jeher als Anschauungsobjekt vieler Klassen der Mittelschulstufe und erfreut sich eines regelmässigen Besuches weiterer Kreise der Bevölkerung Zürichs und Umgebung. Daneben sind für die Volkshochschule Zürich und für einzelne Vereine des öfteren Führungen organisiert worden. Traditionsgemäss führte der Konservator für Strahler und in steigendem Masse für eine grosse Anzahl von Sammlern und Liebhabern Mineralbestimmungen durch.

Der Konservator: M. Grünenfelder

Die geologische Sammlung der ETH

Die Anfänge der geologischen Sammlung der ETH gehen auf alte Bestände der Stadt und des Kantons Zürich zurück, die bei der Gründung des Polytechnikums dem ersten Dozenten für Geologie, ARNOLD ESCHER V.D. LINTH, für eine Schausammlung überlassen wurden. Sie bildeten, zusammen mit ESCHERS eigenen Aufsammlungen und den ihm von seinem Freunde OSWALD HEER bearbeiteten fossilen Pflanzenresten, den Grundstock der Sammlung.

Durch einen Vertrag vom Mai 1860 zwischen Bund, Stadt und Kanton Zürich wurde unter dem Vorsitz des damaligen Präsidenten des Schweizerischen Schulrates, KARL KAPPELER, für die naturwissenschaftlichen Sammlungen eine Aufsichtskommission bestellt und für die mineralogisch-geognostische und paläontologische Sammlung von der Zürcher Regierung Bergrat STOCKAR-ESCHER gewählt. Ab 1. Januar 1861 waren auch die Rechtsverhältnisse der Sammlungsobjekte zwischen den drei Beteiligten geregelt.

Von 1850 an war KARL MAYER-EYMAR beim Ordnen der Fossilien des Jura und des Tertiärs die rechte Hand ESCHERS. 1858 wurde er de facto Konservator des paläontologisch-stratigraphischen Teils; 1862 erfolgte die definitive Wahl. Bis zu seinem Lebensende im Jahre 1907 entfaltete MAYER, dank seiner zahlreichen europäischen und nordafrikanischen Studienreisen zur Erforschung des Tertiärs, eine gewaltige und fruchtbare Sammeltätigkeit, für die bald die Raumverhältnisse im Hauptgebäude des Polytechnikums viel zu eng wurden.

Für den allgemein-geologischen Teil amtete CASIMIR MOESCH von 1866 bis zu seiner hauptamtlichen Wahl als Konservator der zoologischen Sammlung im Jahre 1888.

Im selben Jahr kamen auch die von OSWALD HEER bearbeiteten fossilen Insekten an die geologische Sammlung.

Im Hinblick auf den Neubau der Universität ging die geologische Sammlung Ende 1908 durch einen neuen Vertrag an die ETH über, während die zoologischen Objekte vom Kanton Zürich übernommen wurden. Für die paläontologischen Objekte wurde am 1. März 1909 zwischen den beiden Institutsvorständen ALBERT HEIM und ARNOLD LANG eine etwas künstliche Aufteilung vereinbart. Darnach kamen die fossilen Wirbeltiere ans zoologische Museum der Universität, die übrigen Fossilien, die Wirbellosen und die Pflanzen, gingen an die geologische Sammlung der ETH über. Ebenso wurden Doppelstücke von Wirbeltieren in der geologischen Sammlung belassen und dieser das Recht eingeräumt, vor Abgabe der Objekte davon Gipsabgüsse zu nehmen.

Im Jahre 1908 trat LOUIS ROLLIER die Nachfolge MAYERS an. Durch umfangreiche Belegsammlungen zu seinen Studien im Juragebirge und im Alttertiär der Schweizer Alpen sowie durch grosse Ankäufe von klassischen ausländischen Fundstellen wurden die Bestände erneut gemehrt. Unter ihm erfolgte 1915 auch der zahlreiche Tücken bietende Umzug der gesamten Sammlung aus dem Hauptgebäude ins neue erstellte Naturwissenschaftliche Gebäude der ETH an der Sonneggstrasse-Clausiusstrasse, wo die geologische Sammlung gegenwärtig im Erdgeschoss untergebracht ist.

Als Nachfolger ROLLIERS wirkte ALPHONSE JEANNET von 1931 bis zu seinem Rücktritt im Jahre 1953. Seiner wissenschaftlichen Tätigkeit verdankt die Sammlung insbesondere die prachtvollen Ammoniten aus dem Eisenerzlager von Hernach sowie umfangreiche Kollektionen fossiler Seeigel.

In den letzten Jahren wurde die Reorganisation in bezug auf Ausstellungstechnik und wissenschaftliche Bearbeitung veralteter Sammlungen aktiver an die Hand genommen.

Administrativ ist die geologische Sammlung dem Geologischen Institut der ETH unterstellt. Direktor ist der Institutsvorsteher, Prof. Dr. A. GANSSER, Konservator Prof. Dr. R. TRÜMPY; als wissenschaftlicher Bearbeiter wirkt PD Dr. R. HANTKE. Ferner ist der Sammlung ein Halbassistent, z.Z. W. RYF, zugeteilt.

Die Sammlung ist jeweils am 1. und 3. Sonntag des Monats von 10–12 Uhr geöffnet (Eingang Clausiusstrasse). Sie kann von Interessenten und Schulklassen auch während der Woche (8–12 und 14–18 Uhr) nach Anmeldung bei einem der oben erwähnten Herren oder beim Hausmeister besichtigt werden (Eingang Sonneggstrasse 5).

Umfang der Sammlungen

Die geologische Sammlung umfasst heute:

Eine stratigraphisch geordnete Hauptausstellung von typischen Gesteinsproben und Fossilien der einzelnen geologischen Zeitabschnitte im zentralen Lichthof. Sie vermittelt einen Über-

blick über die Erdgeschichte von den frühesten Anfängen organischen Lebens bis in die jüngste Vergangenheit, wobei besonders das Juragebirge, sowohl der schweizerische wie auch der schwäbische Jura (Sammlung ROLLIER und MODEL, erst z.T. verarbeitet) dank seinem Fossilreichtum sehr gut vertreten ist. Durch beigefügte Texte und Skizzen soll die Ausstellung dem Besucher verständlicher gemacht werden.

Eine Sammlung von Gesteinsproben und Fossilien aus den Alpen und dem schweizerischen Molassebecken befindet sich im Westflügel. In ihr waren bisher hauptsächlich die helvetischen Kalkalpen vertreten; mit der Neugestaltung sollen nun auch die beiden andern alpinen Hauptbereiche, der penninische und der ostalpine Raum, besser berücksichtigt werden.

Eine Ausstellung von Gesteinsproben aus den bedeutendsten schweizerischen Eisenbahntunnels dokumentiert die enge Beziehung zwischen Geologie und Tunnelbau.

Im Südflügel findet sich die von ALBERT HEIM zusammengestellte allgemein-geologische Sammlung, welche an zahlreichen, z.T. auserlesenen Stücken die verschiedenen geologischen Phänomene illustriert. Bemerkenswert sind namentlich grosse Gesteinsstücke, an denen sich die tektonischen Deformationserscheinungen – Faltung, Bruchbildung, Zerrung – studieren lassen.

Eine Zusammenstellung charakteristischer Sedimentgesteine in der SW-Ecke verdeutlicht das Prinzip des Aktualismus von J. HUTTON und CH. LYELL, wonach gleiche Ursache während der gesamten Erdgeschichte gleiche Wirkungen hervorgebracht hätten, und das noch heute – wenn auch nicht mehr so absolut – grundlegend ist.

Eine Spezialität ist die Reliefsammlung, die reichste Kollektion alpiner geologischer Reliefs. Alle Zürcher Professoren, in erster Linie ALBERT HEIM, haben an ihrem Ausbau mitgewirkt. Als einige besonders interessante Stücke kennen wir: die Finsteraarhorngruppe 1 : 10 000, die Urschweiz 1 : 25 000, beide gemäss dem Stande der Forschung um die Jahrhundertwende geologisch koloriert, ALBERT HEIMS prachtvolles, in den natürlichen Gesteinsfarben gehaltenes Säntisrelief 1 : 5000 und ein Ausschnitt aus dem Berner Jura 1 : 10 000. Das eindrücklichste, das geologische Relief der Schweiz 1 : 100 000, wurde unter Leitung von Prof. Dr. R. STAUB auf die Schweizerische Landesausstellung von 1939 angefertigt.

Von den kleineren seien lediglich zwei neuere erwähnt: ein geologisch bemaltes Relief der Waadtländer Alpen 1 : 25 000 von M. LUGEON und M. MONNIER und ein in seinen natürlichen Farben gehaltenes vom Fluebrig, das von E. OBERHOLZER geschaffen wurde.

Eine Schau fossiler Pflanzenreste aller Zeitabschnitte zeigt die Entwicklung des pflanzlichen Lebens im Laufe der Erdgeschichte. Besonders reich vertreten sind dabei die von OSWALD HEER beschriebenen und in seinen Werken abgebildeten aus dem Karbon, Reste aus der Trias und aus dem Tertiär, vor allem Pflanzenreste der beiden Fundstellen der Unterseegegend, von Oehningen und von Schrotzburg, die seit 1949 neu bearbeitet werden.

Durch W. HOLZHALB wurden Flora und Fauna auf Grund der Angaben HEERS zu einem eindrücklichen Landschaftsbild «Oehningen zur Tertiärzeit» gestaltet, das als riesiges Ölgemälde die steinernen Dokumente belebt.

Aufgaben

Die geologische Sammlung hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen: Sie dient in erster Linie als Sammlung für den Hochschulunterricht in Geologie und Paläobotanik. Sie soll aber auch dem wissenschaftlich orientierten Laien und vor allem Mittelschulklassen einen Einblick in das Wesen und in die Fülle der geologischen und paläontologischen Dokumente vermitteln.

Ebenso wichtig ist die Sammlung aber für die Forschung. Bei Fossilien bieten nur die Originalstücke das allein gültige Richtmass, und an solchen ist die Sammlung besonders reich (MAYER-EYMAR, HEER, DE LORIOL, OPPEL, ROLLIER, JEANNET u.a.m.). Selbst bei rein geologisch-lithologischen Untersuchungen vermag häufig nur die Gesteinsprobe die in den Publikationen niedergelegten Darlegungen eindeutig zu charakterisieren.

Die geologische Sammlung verzeichnet daher stets auch einen regen Besuch durch auswärtige Gäste. Von solchen wurden in letzter Zeit für monographische Bearbeitungen ausgeliehen: Rhynchonellen, Cardioceraten, Hecticoceraten, Idoceraten, Aspidoceraten, Extranoditen aus dem Schweizer Jura, Ophiuren aus den Insektenmergeln der Schambelen, Gesteine aus dem Gotthardtunnel sowie kurzfristig mehrere Einzelstücke.

Zuwachs

Für den Zuwachs der geologischen Sammlung bilden ausgewählte Stücke regionaler Aufsammlungen von Diplomanden und Doktoranden in ihrem Untersuchungsgebiet, auf Exkursionen des Institutes geschlagene typische Gesteinsproben und vom Institut durchgeführte Fossilausbeuten - von denen besonders diejenige auf der Ostseite des Irchels erwähnt sei – die Hauptquelle. Solche bieten auch hinsichtlich Fundort und Schichtlage eine gewisse Gewähr.

Schenkungen

An bedeutenden Schenkungen der letzten Zeit sind zu nennen:

— ein umfangreiches fossiles Pflanzenmaterial aus der Oberen Süsswassermolasse des Sulzigtobels bei Werthenstein (Kanton Luzern) von P. O. APPERT;
— die Fossilsammlung aus dem nepalesischen Himalaya von Dr. TONI HAGEN;
— Prof. R. STAUBS Gesteinssammlung aus dem Berninagebiet, dem Avers und dem Bergell.

An kleineren Schenkungen seien erwähnt: Blattreste aus dem chattischen Sandstein von Ebnat (Toggenburg), ein Fruchtrest von Crambe von Saddle Mtn., Vantage (Washington), ein Eichenblatt aus dem Interglazial von Oberohe (Hannover) sowie mehrere Ammoniten aus Schwaben.

Veröffentlichungen

In der letzten Zeit wurden nachstehende Arbeiten veröffentlicht, die sich mit Sammlungsobjekten befassen oder deren Belege ganz oder teilweise ausgestellt sind:

S. DOLLFUS (1961): Über das Alter des Blegi-Ooliths in der Glärnisch-Gruppe. Mitt. Naturf. Ges. Glarus, *11*, 91.
W. P. FISCH (1961): Der Verrucano auf der Nordost-Seite des Sernftales (Kanton Glarus). Mitt. Naturf. Ges. Glarus, *11*, 1.
K. GRASMÜCK (1961): Die helvetischen Sedimente am Nordostrand des Mont Blanc-Massivs (zwischen Sembrancher und dem Col Ferret). Eclogae geol. Helv., *54*/2, 351.
R. HANTKE (1960): Zur Malm/Kreidegrenze im mittel- und südhelvetischen Faziesbereich der Ostschweiz. Eclogae geol. Helv., *52*/2, 547.
H. HESS (1961): *Ophioderma escheri* HEER aus dem unteren Lias der Schambelen (Kanton Aargau) und verwandte Lias-Ophiuren aus England und Deutschland. Eclogae geol. Helv., *53*/2, 757.
A. JEANNET (1959): Ammonites permiennes et faunes triasiques de l'Himalaya central; expédition suisse ARN. HEIM et A. GANSSER 1936. Mem. geol. Survey India, n.s., *34*/1.
P. MERKI (1961): Der Obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura. Eclogae geol. Helv., *64*/1, 137.
H. SUTER und R. HANTKE (1962): Geologie des Kantons Zürich. Zürich (Leemann).
A. ZEISS (1960): Revision von Ammonitenbestimmungen aus dem fränkischen Dogger Beta. Berlin (Akademie-Verl.).
B. ZIEGLER (1959): Idoceras und verwandte Ammoniten-Gattungen im Oberjura Schwabens. Eclogae geol. Helv., *51*/1, 19.
— (1962): Die Ammoniten-Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura (Taxionomie, Stratigraphie, Biologie). Palaeontographica, A *119*.
M. A. ZIEGLER (1961): Gravesienfunde aus dem «Unteren Portland» der Gegend von Morteau (Doubs). Eclogae geol. Helv., *53*, 2, 670.
— (1962): Beiträge zur Kenntnis des unteren Malm im zentralen Schweizer Jura. Diss. Univ. Zürich.

Ferner sind die Belegsammlungen folgender neuer Dissertationen deponiert worden: P. E. FRICKER (1960), E. ROSENBERG (1960), W. RÜEFLI (1959), A. STÄUBLE (1959), G. STYGER (1961), R. WEGMANN (1961), E. ZURFLÜH (1961), E. HERB (1962). Der wissenschaftliche Bearbeiter: RENÉ HANTKE

Der Botanische Garten und das Botanische Museum der Universität Zürich

Die Anlage befindet sich auf einem Moränenhügel (Zürich 39, Pelikanstrasse 40), der ehemals unter dem Namen «Katz» zu einer Bastion ausgebaut worden war und heute unter Denkmalschutz steht. Das bepflanzte Gelände hat eine Grösse von ca. 2 ha, darin 600 m² Gewächshäuser. Es bietet im Freiland Abteilungen für Blütenbestäubung, für Medizinal- und Nutzpflanzen, für Insektivoren, für Systematik, für Alpenpflanzen und für pflanzengeographische Gruppen der Mittelmeer- und der neuseeländischen Flora. In den Gewächshäusern sind die tropischen Gewächse nur nach ihren oekologischen Bedürfnissen verteilt. Darunter ist aber eine nicht unerhebliche Anzahl seltener Arten vertreten. An diesem Platz wurde der Botanische Garten 1837 angelegt. Er bestand jedoch schon viel länger. Nachdem bereits CONRAD GESSNER im 16. Jahrhundert einen privaten botanischen Garten in Zürich unterhalten hatte, legte ein Urgrossneffe von ihm, JOHANNES GESSNER, um 1750 mit Hilfe der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich einen Botanischen Garten in der Walche an, leider auf Pachtland, so dass die Gesellschaft schon bald den Garten auflösen musste und in rührender Opferbereitschaft privat die Pflanzen weiterpflegte, bis man im kantonalen Schimmelgut eine neue Stätte für sie fand.

Nach Gründung der Universität (1833) wurde auch der Botanische Garten vom Kanton übernommen und 1837 auf die «Katz» verlegt. Der Pflanzenbestand, über dessen Herkunft, Erneuerung und Vermehrung sorgfältig Buch geführt wird und dessen Bestimmungen laufend kontrolliert werden, dient dem Unterricht der Universität, der Schulen, der Volkshochschule und dem allgemeinen Bildungsstreben des Volkes. Hierzu wird auch durch öffentliche Führungen beigetragen. Ausserdem dient er der wissenschaftlichen Forschung, z. B. für entwicklungsgeschichtliche und morphologische Studien an lebendem Material.

Im Jahre 1896 übernahm der Kanton auch die Verantwortung für ein Botanisches Museum, für das die Gebäude im Botanischen Garten erweitert wurden. Sein Kernstück ist das Herbar. Daran gliedert sich eine Sammlung von Anschauungs- und Untersuchungsmaterial und die Kursräume usw. für die Studenten. Durch die oft stürmischen Zeiten erhalten geblieben sind an alten Sammlungen das Herbar JOHANNES GESSNER aus der Zeit LINNÉS und das Herbar HEGETSCHWEILER. Den Grundstock des moderneren Forschungsmaterials bildete das südwestafrikanische Herbarium H. SCHINZ, zu dem später viele andere Sammlungen aus aller Welt durch Geschenk, Tausch und Kauf hinzukamen, in neuerer Zeit besonders die Sammlung DÄNIKER aus Neu-Kaledonien. Das Herbar enthält viele Belege für neu entdeckte Arten, die sorgfältig aufbewahrt und wissenschaftlichen Bearbeitern zugänglich gemacht werden. Es gehört heute schon zu den grösseren Herbarien der Welt und steht mit diesen in Austausch. Neben dem Weltherbar besteht ein umfangreiches Schweizer Herbar, aus dem z. B. die Verbreitung der Arten, nach den geographischen Bezirken der Schweiz geordnet, ermittelt werden kann.

Die Aufgaben des Museums bestehen im Sammeln, Präparieren und Bestimmen von Pflanzen für Unterrichtszwecke, im Ordnen und wissenschaftlichen Durcharbeiten dieses Materials mit morphologischen, anatomischen und anderen Methoden zur Erforschung phylogenetischer Zusammenhänge und durch die Vielzahl von Belegexemplaren auch in der Ermittlung der Gesamtverbreitung der Arten.

Personal

Direktor: Prof. Dr. F. MARKGRAF, Abteilungsleiter: PD. Dr. J. SCHLITTLER (Pilzkontrolle), Oberassistenten: B. STÜSSI (Herbar), Dr. O. ROHWEDER (Garten), Assistentin: Frau Dr. I. DE MENDOZA-HEUER, Obergärtner: M. HAGER, Museumsgehilfin: Frau S. WELTE-STUDER (Bibliothek), Sekretärin: Frl. B. LEISSING, Präparator: R. HUBER (Pilzkontrolle), 4 weitere weibliche Hilfskräfte, 10 Gärtner und Gartenarbeiter. Wissenschaftliche Mitarbeiter: Prof. Dr. E. SCHMID, Dr. H. HÜRLIMANN, Frau Prof. I. MARKGRAF-DANNENBERG, Dr. H. U. STAUFFER, Frl. Dr. M.-A. GUTZWILLER, Dr. M. BAUMANN-BODENHEIM.

Ausleihdienst

Der Ausleihdienst erstreckte sich im Jahre 1961 auf folgende Herbarien:

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (Neu-Kaledonien)
Royal Botanic Gardens, Kew (Malesische Farne, Lentibulariaceen)

Aufgaben

Der Aufgabenbereich des Zoologischen Museums umfasst: Sammeln, Bestimmen, Konservieren und Inventarisieren von zoologischem Material für Unterrichtszwecke, wissenschaftliche Bearbeitung und Schausammlung; Unterhalt dieser Sammlungen; Einrichten von Sonderausstellungen mit Führungen; Planung einer Neueinrichtung; Forschung auf den Gebieten systematischer Zoologie.

Personal

Direktor: Prof. Dr. H. BURLA, Konservator: Dr. V. ZISWILER, Assistent: Dr. M. SCHNITTER, Präparatoren: R. EBELING, U. GOEPEL, Spezial-Handwerker: H. SCHMID, Laborant, Kanzlistin, wissenschaftliche Mitarbeiter: Dr. H. P. HARTMANN (Betreuer der Knochensammlung), Frl. Dr. E. HAUSCHTECK (Cytologin), H. JUNGEN, stud. phil.

Sammeltätigkeit und Zuwachs im Berichtsjahr

Als Lehrmaterial für faunistische Kurse wurden Serien schweizerischer Wirbeltiere und Insekten gesammelt. Eine grössere Sammelexkursion führte vom 31. März bis zum 27. April nach Jugoslawien. An ihr beteiligten sich ausser dem Berichterstatter ein Präparator, der Spezialhandwerker, zwei Studenten und der Laborant. Das Unternehmen brachte ein: 37 Säuger, 22 Vögel, 304 Reptilien und 246 Amphibien neben zahlreichen Wirbellosen, die für cytologische Arbeiten gesammelt wurden.

Der Zoologische Garten Zürich überliess dem Museum 3 Vögel und 17 Säuger. Das Eidgenössische Jagdinspektorat bewilligte den Abschuss zweier Steinböcke zuhanden des Museums. Von der Vogelwarte Sempach trafen 14 einheimische Vögel ein, von der Vogelwarte Helgoland 2 Vögel. Von Herrn T. WÄCH, Hinteregg, erhielt das Museum 64 exotische Vögel. Ebenfalls 14 einheimische Vögel verdankt es Herrn B. SCHAUB, Kriens. Von zahlreichen weiteren Donatoren liefen insgesamt 8 Säuger, 12 Vögel und 3 Reptilien ein. Von Konservator V. ZISWILER erhielt es 33 Prachtfinken.

Abb. 1 Grössere Säugetiere werden nach «dermoplastischer» Methode präpariert: Auf konstruktion (im Bild) wird aus Lehm das Tier – in diesem Fall ein Gnu – modelliert. wird ein Gipsabguss angefertigt, der mit dem gegerbten Fell überzogen

Im gut eingerichteten Präparatorium werden für Schauzwecke oder wissenschaftliche Sammlungen Wirbeltiere fachgerecht verarbeitet. So wurden im Berichtsjahr Stopfpräparate von 53 Vögeln und 15 Säugetieren und dermoplastische Montagen von 2 Säugern erstellt, dazu Balgpräparate von 12 Vögeln sowie Decken und Skelette von 9 Säugetieren präpariert (Abb. 1).

Sonderausstellung

In der zweiten Hälfte 1961 wurde eine Sonderausstellung mit dem Thema «Vogelzug» vorbereitet. Das Unternehmen verlangte zahlreiche Räumungen, den Aufbau eines neuen Werkapparates, Anschaffung von Material und besonderem Werkzeug sowie die Vereinigung der personellen Kräfte des ganzen Museums. Die Ausstellung konnte zum vorgesehenen Termin im April 1962 eröffnet werden. Eine zweite Sonderausstellung befindet sich in Vorbereitung.

Wissenschaftliche Untersuchungen

Die wissenschaftlichen Untersuchungen, die an den Forschungsabteilungen des Museums laufen, sind so gewählt, dass sie die Ziele der Museums-Zoologie mit modernen wissenschaftlichen Fachrichtungen verknüpfen. Die Themen gliedern sich wie folgt:

1. Cytotaxonomische Untersuchungen an Ameisen, Schnecken, Schlangen und Amphibien. 2. Untersuchungen polymorpher Systeme bei *Drosophila* und *Forficula*. 3. Experimentelle Ökologie mit *Drosophila*. 4. Faunistisch-systematisch-ökologische Untersuchungen an Kleinsäugern des Nationalparkes, an Schnecken und an *Drosophila*. 5. Ökologische Studien an Steinwild. 6. Taxonomische Untersuchungen an Sperlingsvögeln.

Besuch

Das Museum besuchten im Berichtsjahr 4994 Einzelpersonen sowie 2566 Personen aus 159 Schulen und Vereinen. Eine Reihe ausländischer Fachkollegen besuchten die wissenschaftlichen Forschungsstätten des Museums. Der Direktor: H. BURLA

Das Paläontologische Institut und Museum der Universität Zürich

Am 24. Mai 1956 beschloss der Regierungsrat des Kantons Zürich auf Antrag der Philosophischen Fakultät II der Universität ein selbständiges Paläontologisches Institut und Museum zu schaffen. Damit wurde eine Entwicklung abgeschlossen, die der grosse Zürcher Zoologe ARNOLD LANG eingeleitet hatte.

ARNOLD LANG (1855–1914), ein Schüler von ERNST HAECKEL, wurde 1889 an die beiden Zürcher Hochschulen berufen. An der Universität begründete er ein blühendes Zoologisch-vergleichend anatomisches Institut, das sich anfänglich ganz der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere verschrieb. Das Ziel war, die Geschichte der Tierstämme mit Hilfe der Ontogenie zu rekonstruieren. In der Entwicklungsgeschichte sah man damals nicht nur den Schlüssel zur Lösung aller vergleichend anatomischer Probleme, sondern auch den wahren Lichtträger in der Stammbaumforschung. LANG war einer der ersten, die die Grenzen der Embryologie zur Lösung phylogenetischer Fragen erkannte. «Ich habe schon oft gegen diejenige Auffassung der Ontogenie polemisiert, die in den Larvenstadien einer Tierform ohne weiteres die getreue Reproduktion ihrer Stammform erblickt.» (A. LANG, 1904). Die führenden Zoologen wurden der stammesgeschichtlichen Problematik allmählich müde. A. LANG stürzte sich mit seinem ganzen Feuereifer und seiner unermüdlichen Arbeitskraft auf das Gebiet der experimentellen Vererbungslehre. Der junge KARL HESCHELER widmete sich auf Wunsch seines Lehrers der Paläontologie, für die an der Universität Zürich 1903 eine besondere Professur geschaffen wurde. Während experimentelle Arbeitsmethoden Theorie und Praxis der Zoologie zu bereichern begannen, wurde die Erforschung der Stammesgeschichte zur Domäne der Paläontologie.

praktische Arbeitsgebiet, das sich KARL HESCHELER (1868–1940) auserkor, war die Unter- prähistorischer Knochenreste. Es liegt an der Grenze von Zoologie und Paläontologie. ich K. HESCHELER nicht eigentlich paläontologischen Aufgaben zuwandte, ist dies dem Um- zuzuschreiben, dass er durch die Übernahme der Nachfolge A. LANGS eine gewaltige Bürde genommen hatte. Zu Beginn unseres Jahrhunderts besass in der Schweiz einzig Basel in EHLIN (1870–1941) einen begnadeten Paläontologen. Nicht als Professor, sondern als Privat- idmete er sich mit beispielloser Energie und grossem Erfolg der Erforschung tertiärer Säuge- d bildete eine Reihe ausgezeichneter Mitarbeiter heran.

ürich war damals die Paläontologie selbstlose Dienerin der Geologie. Wohl hatte hier ein HEER (1809–1883) gewirkt. Doch hinterliess er keine Schule. Im Sommersemester 1918 rte sich BERNHARD PEYER, einer der letzten Schüler ARNOLD LANGS, für Paläontologie und hende Anatomie an der Universität Zürich. Damit hatte B. PEYER ein Arbeitsfeld in Angriff nen, das wegen der damaligen schwierigen Zeiten keineswegs leichte Erfolge versprach. r jedoch ein grossartiges Arbeitsfeld gefunden: Die Erforschung der Triasfauna der Tessiner en. Im südlichsten Zipfel des Kantons Tessin, wo sich am Luganersee die Berge zum letzten uen und schroffe Hügel bilden, die dann gegen Süden abklingen, war im Erdmittelalter gebiet. Seine Ablagerungen sind spät, erst bei der Bildung der Alpen, Festland geworden. uminösen Schiefern dieser Sedimente waren schon in der zweiten Hälfte des letzten Jahr- s bei Besano, unweit Porto Ceresio, auf italienischem Boden, zahlreiche Wirbellose, Fische vollständig erhaltene Saurier der Trias bekannt geworden. Angeregt durch FERDINAND n München und unterstützt durch KARL HESCHELER konnte B. PEYER 1924 eine Grabung in trigen Schichten am Monte San Giorgio auf Schweizer Boden durchführen. Ein erster Ver- einem der Stollen, in denen die bituminösen Schiefer durch eine Gesellschaft bergmännisch utet werden, Fossilien zu gewinnen, schlug fehl. Über Erwarten erfolgreich war B. PEYER , als er in einem verlassenen Tagbau in der Valporina, am Südhang des Monte San Giorgio, rgleute einsetzte. Dort konnte eine Schichtfläche freigelegt werden, und dann wurde Schicht icht flächenhaft abgetragen. Neben Wirbellosen, Fischen und Mixosauriern wurde ein ntier geborgen. Das schöne Ergebnis ermunterte zu einer intensiven Fortsetzung der Gra-

liegen die Verhältnisse bei der Beschaffung von Untersuchungsmaterial für die Forschung. Hier konzentrieren sich die Anstrengungen oft jahrelang auf einen ganz bestimmten Punkt. So arbeiten wir seit dem Jahre 1950 während der grossen Semesterferien in der Trias des Monte San Giorgio auf P. 902.

Neben der Bergung ist die Präparation für das Schicksal eines Fossiles von entscheidender Bedeutung. Der Verbesserung und Verfeinerung der Präparationsmethoden wird deshalb die grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Dank der Fürsorge der Behörden konnte die Einrichtung der Präparierwerkstätten bedeutend verbessert werden. Heute gehören sie zu den bestausgerüsteten Europas, und die Präparatoren sind Meister ihres Fachs. Damit und mit der Einrichtung von photographischen Laboratorien und der Schaffung einer eigenen Bibliothek sind die Voraussetzungen für die Forschung geschaffen. Unsere wissenschaftliche Tätigkeit hat verschiedene Brennpunkte. Natürlich liegt das Schwergewicht auf dem Gebiete der Wirbeltiere. Da im paläontologischen Unterricht und im geplanten Museum das Gesamtgebiet der Paläontologie berücksichtigt werden muss, ist es jedoch notwendig, auch Mitarbeiter zu gewinnen, deren Liebe den Wirbellosen gilt.

Die vom Zoologischen Museum übernommenen Bestände an Fossilien bilden den Grundstock der wissenschaftlichen Sammlungen des paläontologischen Museums. Unsere wissenschaftlichen Sammlungen umfassen neben einer systematischen Sammlung eine Reihe von Spezialsammlungen. Unter den letzteren ist diejenige der Triasfossilien vom Monte San Giorgio weitaus die umfangreichste. Sie ist im grossen Magazin untergebracht. Die systematische Sammlung befindet sich gegenwärtig im Gang des II. Untergeschosses. Ihr definitiver Standort, der ehemalige Raum der Heimatsammlung im Zoologischen Museum, soll 1962 eingerichtet werden. Wir erachten es ferner als unsere Pflicht, auch den Fossilfunden der engeren Heimat unsere ganze Aufmerksamkeit zu widmen. Mit den Problemen der Schaffung eines paläontologischen Schaumuseums werden wir uns in allernächster Zeit befassen. Es kann sich natürlich nicht darum handeln, eine grosse Schau im Stile des Basler Naturhistorischen Museums zu errichten. Im Biologiegebäude der Universität sollen nur die schönsten Stücke aus der Tessiner Trias öffentlich ausgestellt werden. Eine Übersicht über die Entwicklung des Lebens auf der Erde und eine Sammlung von Fossilien aus dem Kanton Zürich und seiner nächsten Umgebung werden voraussichtlich in einem neu zu errichtenden Museumsgebäude Platz erhalten. Ebenso sollen dort die Mammutfunde von Niederweningen und die S. Rothsche Kollektion der Pampas-Säugetiere aufgestellt werden.

Nach diesem knappen Überblick über Herkunft und Charakter der paläontologischen Sammlungen der Universität Zürich, sei kurz über die Tätigkeit im Jahre 1961 berichtet.

Personalverhältnisse

Direktor:	Prof. Dr. Emil Kuhn-Schnyder
Oberassistent:	PD Dr. B. Ziegler
Assistent:	Dr. H. Rieber
Kanzlistin:	Frl. Ch. E. Eggenberger
Präparatoren:	F. Buchser, J. Aichinger, B. Rissi

Verbesserung der Einrichtungen

Zwei Werkstätten wurden mit einer leistungsfähigen Entstaubungsanlage ausgestattet. Der Gang im Untergeschoss wurde mit zehn Sammlungsschränken ausgerüstet. Zwei Sammlungsschränke konnten im kleinen Magazin aufgestellt werden, in welche die kostbare Fossilien-Sammlung von Johann Jakob Scheuchzer (1672–1733) eingereiht wurde.

Ausbau der wissenschaftlichen Sammlung

Neben der Ausbeute der fünftägigen Studentenexkursion, die in den oberen Weissjura des Gebietes von Solnhofen/Eichstätt führte (28. April — 2. Mai 1961), bereicherten Aufsammlungen der Exkursionen von Dr. B. Ziegler unsere Sammlung in bemerkenswerter Weise. Sie führten ihn nach Frankreich (6.–23. März), St. Cassian, Südtirol (15.–24. Juli) und Spanien (1.–29. August). Durch

erhielten wir vom Dept. of Paleozoology, Swedish Museum of Natural History, Stockholm, llektion paläozoischer Fossilien, von Doz. Dr. Z. ŠPINAR, Paläontologisches Institut der iversität Prag, vier Reste von *Discosauriscus* aus dem Karbon.

n dem Einräumen der neuen Sammlungsschränke im 2. Untergeschoss wurde mit der Inven- n der Wirbellosen begonnen. Dr. B. ZIEGLER und Dr. H. RIEBER katalogisierten bisher 712 oiden, 78 Lamellibranchier und 19 Crustaceen. Es ist dies nur ein verschwindend kleiner il der gesamten vorhandenen Materialien. Herr W. RYF revidierte und katalogisierte fossile rreste (546 Nummern). – Die vorhandenen Dünnschliffe und mikroskopischen Präparate ück) wurden von Frl. S. LUCHSINGER und Herrn H. FUNK revidiert und geordnet.

Forschung

1. Fauna der Tessiner Kalkalpen

ldarbeiten: Die Grabung auf P. 902 in der Trias des Monte San Giorgio wurde vom 1. August eptember 1961 fortgesetzt. Es wurden die Schichten 97–102 abgebaut und 1543 Fossilien n und registriert. Gegenüber den Vorjahren nahm die Häufigkeit der Pflanzenreste und en» ab. Neu ist das Auftreten von wenigen Brachiopoden und eines *Nautilus*. Verglichen mit rjahr nahm die Zahl der Saurierreste zu. Bei der Mehrzahl (24) handelt es sich um Mixosau- neben wurden ein *Macrocnemus*, ein *Tanystropheus* und wenige Nothosauridenreste geborgen. chier *Acrodus* war stärker als bisher vertreten. Von den 777 Fischfunden stammen 315 von *hys*, 19 von grossen *Colobodus*-artigen Formen und 434 sind «kleine Ganoiden». Bei den handelt es sich um Vertreter der Gattungen *Luganoides*, *Placopleurus*, *Meridensia* und *pis*. Als Coelacanthiden wurden 9 Reste bestimmt. Den sediment-petrographischen Pro- wurde von der Basler Mitarbeitern die gewohnte Sorgfalt gewidmet. Ein grosser Gewinn für bung und ihre Mitarbeiter war ein längerer Aufenthalt von Prof. Dr. W. GROSS (Berlin, jetzt n). Als Stellvertreter des Berichterstatters und paläontologischer Assistent arbeitete Dr. R mit, geologischer Assistent war Herr W. MÜLLER (Basel). Die technische Leitung lag in nden von Präparator F. BUCHSER. Die Kosten dieser 11. Grabungsetappe übernahm wie in

3. Paläontologie des Kantons Zürich

Herr B. KREBS, cand. phil. II, untersuchte einen Krokodilierrest aus dem Oberjura von Dielsdorf. Aus der Kiesgrube Briner bei Pfungen erhielten wir den Oberschenkel eines Mammuts (*Elephas primigenius* BLB.), der dank der Umsicht von Herrn R. WEIBEL, Glattbrugg, unversehrt geborgen werden konnte.

4. Weitere wissenschaftliche Aufgaben

Herr A. SOMM, cand. phil. II, untersuchte den Rest eines Ganoidfisches aus den Quartalsschichten des Piz Murtarous bei Punt del Gatt (Engadiner Dolomiten). Vom 12.–17. Mai 1961 weilte Dr. W. CLEMENS, Dept. of Zoology, University College London, bei uns, um Zähnchen von mammallike reptiles und Säugetieren aus dem Rhät von Hallau (Katon Schaffhausen) zu studieren. Ferner prüfte am 10. April 1961 Herr H. WEISS, cand. geol., Würzburg, unsere Fische aus Oeningen auf Fälschungen.

Photographisches Laboratorium, Bibliothek und Archiv

Das photographische Laboratorium leistete uns wiederum unschätzbare Dienste. – Die Neueingänge an Büchern und Sonderdrucken wurden laufend katalogisiert. Der Bestand an Büchern betrug zu Ende des Berichtsjahres 1462 Bände (1960: 1355; 1959: 1225). Von den Sonderdrucken sind 5770 Stück katalogisiert (1960: 5300; 1959: 2638). Dank eines ausserordentlichen Kredites konnten 191 Bücher gebunden sowie 500 Schachteln zur Aufbewahrung der Sonderdrucke angeschafft werden.

Public relations

In den paläontologischen Werkstätten fanden 14 Führungen für Schüler höherer Schulen statt, ferner eine Führung für die Volkshochschule Zürich und eine für die Mitglieder der Geologischen Gesellschaft in Zürich. Anlässlich der 4. Arbeitstagung der «ICOM en Suisse» (Conseil international des Musées, Section Suisse) besuchten am 23. Juni eine Reihe von Museumsfachleuten unsere Werkstätten. Vorträge hielten Dr. B. ZIEGLER und H. BRÄM in der Zoologischen Gesellschaft Zürich, der Berichterstatter in der Geologischen Gesellschaft Zürich, in der reformierten Kirchgemeinde Wallisellen und in der Katholischen Volkshochschule Zürich. Am 25. August sprach er als Vorsitzender der Paläontologischen Gesellschaft in einer Fernsehsendung in Hamburg über die Aufgaben und Ziele der Paläontologie.

Zuwendungen

Zusätzlich zu den Staatskrediten wurde die Arbeit des Paläontologischen Institutes und Museums durch folgende Institutionen unterstützt: Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich, Karl Hescheler-Stiftung, Georges und Antoine Claraz-Schenkung und Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Über Geschenke an Naturalien und Publikationen siehe 6. Bericht über das Paläontologische Institut und Museum der Universität Zürich 1961.

Verschiedenes

Das Paläontologische Institut und Museum wurde von 16 ausländischen Kollegen kürzere oder längere Zeit besucht.

Publikationen aus dem Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich

H. RIEBER: Ein *Clydoniceras discus* (Sow.) aus der «Fuscus-Bank» der Südwestalb. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., *1961*, 2, 94–97, 2 Abb. i. Text. Stuttgart.

B. ZIEGLER: Stratigraphische und zoogeographische Beobachtungen an *Aulacostephanus* (Ammonoidea – Oberjura). Paläontologische Zeitschrift, *35*, 1/2, 79–89, 8 Abb. i. Text. Stuttgart 1961.

A. KOLB: Die Ammoniten als Dibranchiata. Untersuchun
Schiefern. Geol. Bl. NO-Bayern, *11*, 1, 1–26, Taf. 1 und 2
H. A. CHRIST: Über *Campylites* und *Trimarginites* (Ammonc
111, 3, 274–325, Taf. 16–18, 6 Abb. und 1. Tab. i. Text. S
G. MAYER: Weitere Grabungsbeobachtungen im mittleren
Aufschluss, *1961*, 3, 62–70, 10 Abb. i. Text. Heidelberg.
CH. GUTH: La région temporale des Edentés. Thèse de la S
Textfig. Le Puy (Haute Loire), (Jeanne d'Arc). 1961.
A. SEILACHER: Lebensspuren als Leitfossilien. Geol. Rundsc
Berlin 1960.
M. FRIANT: Les Batraciens anoures. Caractères ostéologique
Zool., *41*, 1–2, 113–139, 12 Fig. i. Text. Stockholm 1960.
G. DE BEAUMONT: Contribution à l'Etude des Genres *Orthaco*
chii). Schweizerische Paläontologische Abhandlungen, *77*,
M. FRIANT: Sur les caractères anatomiques des dents jugales
Anatomica, *43*, 21–39, 19 Fig. Basel und New York 1960.
G. GROSS: Der bunte Marmor von Arzo. Heimatwerk, *26*, 2,

Die Sammlung für Völkerkunde der

die ihren Standort im Laufe ihrer wechselvollen Geschichte vers
sich heute im Hauptgebäude der Universität, Rämistrasse 71, Z
bzw. Ausstellungsräume einschliesslich der Photoabteilung
im 2. Stock untergebracht

lschaft «zwecks wissenschaftlicher Pflege und Förderung der Völkerkunde» ins Leben gerufen en. Im Zuge der darauffolgenden Verschmelzung dieser Gesellschaft mit der einige Jahre später ndeten Geographischen Gesellschaft ging die Sammlung im Jahre 1899 zunächst an die neue graphisch-Ethnographische Gesellschaft» über und wurde später (1914) von der Regierung Cantons Zürich übernommen. Sie untersteht unmittelbar der Kantonalen Erziehungsdirektion. nfänglich (1889) vorübergehend in der Rotunde des damaligen Börsengebäudes aufgestellt von 1895 an vorübergehend in einigen Räumen am Seilergraben 5 notdürftig untergebracht, e ihr erst seit 1914 mit der Fertigstellung des neuen Universitätsgebäudes ihre gegenwärtige ıstätte zugewiesen, wo sie in verschiedenen Etappen erweitert und ausgebaut worden ist. Infolge besonderen, zwischen dem Kollegien- und dem Biologiegebäude eingekeilten Lage, bildete bei inneren Ausgestaltung die Anpassung an die gegebenen Raumverhältnisse ein keineswegs zu lösendes Problem, das erst nach jahrelangen Um- und Neuaufstellungen sowie diversen iterungen auf eine einigermassen befriedigende Weise bewältigt werden konnte. In diesem mmenhang verdient vielleicht der erst 1939 eingerichtete und 1957 von Spezialisten für musealen ıausbau nach den neuesten ausstellungstechnischen Prinzipien gestaltete und mit grossen Wand- en, Plexiglasschaukästen, Spotlights und Spannteppich ausgestattete China-Saal besondere hnung (Abb. 2); zusammen mit dem benachbarten Japan-Saal, dessen grossflächige Schau-

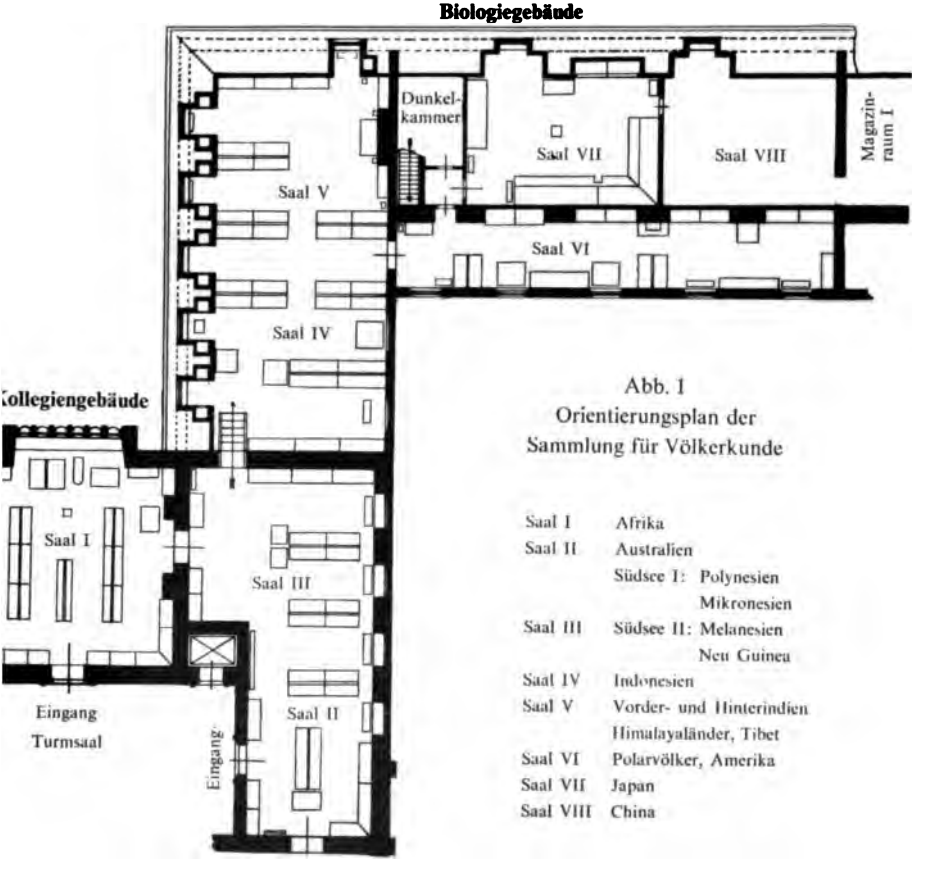


Abb. 1
Orientierungsplan der
Sammlung für Völkerkunde

Saal I	Afrika
Saal II	Australien
	Südsee I: Polynesien
	Mikronesien
Saal III	Südsee II: Melanesien
	Neu Guinea
Saal IV	Indonesien
Saal V	Vorder- und Hinterindien
	Himalayaländer, Tibet
Saal VI	Polarvölker, Amerika
Saal VII	Japan
Saal VIII	China

Abb. 1.

hineinzutragen.

Abb. 2 Blick in den 1957 fertiggestellten
der Sammlung für Völkerkunde der U

Umfang der Sammlung

Das in der Völkerkundesammlung vorhandene ethnographisch
kleineren thematisch aufgebauten Zusammenstellungen, im wes
einzelnen Gebieten und Stämmen angeordnet und in die folgend
(siehe vorstehende Planskizze auf Abb. 1):

I. Afrika, II. Australien und Südsee I (Polynesien, Mikrones
guinea), IV. Indonesien, V. I

Von ihrem Gründungsjahr 1888 bis 1909 stand die Sammlung unter der Leitung von Prof. Dr. OTTO STOLL, dem Inhaber des ersten Lehrstuhls für Völkerkunde an unserer Universität. Als sein Nachfolger amtete der Anthropologe Prof. Dr. RUDOLF MARTIN bis 1911, wonach Prof. Dr. HANS SCHEHRLI, Ordinarius für Geographie und Ethnographie, die Direktion während rund 30 Jahren innehatte und sie Ende 1941 an den Unterzeichneten weitergab. Ab 1915 stand der Direktion Frl. DORA HEIERLI zunächst als Assistentin, von 1919 an als Konservatorin zur Seite. Mit Beginn 1930 trat Frl. Dr. ELSY LEUZINGER an ihre Stelle, die sie bis Ende 1959, zuletzt nur noch halbtagsweise, innehatte.

Personal

Das Personal setzt sich gegenwärtig aus dem Direktor, Prof. PD Dr. ALFRED STEINMANN, zwei Konservatorinnen (Dr. EVA STOLL und GERTRUD WILDBERGER), aus zeitweilig aus dem 600-Stunden-Kredit angestellten Hilfskräften sowie gelegentlichen freiwilligen Mitarbeitern zusammen.

Aktivität

Ihre vielseitige Tätigkeit umfasst die Konservierung und Mehrung des für Lehrzwecke bestimmten Sammlungsmaterials, ferner einen Auskunfts- und Beratungsdienst, der teils von Privatpersonen (Teilnehmern an wissenschaftlichen Expeditionen, Museumsfachleuten, Privatsammlern, Verfertigern ethnographischer Kulturfilme usw.), teils von verschiedenen Institutionen (Museen, Schulen, Bibliotheken, Buchverlegern, Zeitschriftenherausgebern usw.) in Anspruch genommen wird. Zu den Obliegenheiten der Sammlung gehört auch die Betreuung der völkerkundlichen Handbibliothek (Katalogisierung der Ankäufe und Neueingänge an wissenschaftlichen Publikationen und Fachzeitschriften, nebst gelegentlicher Ausleihe), die Herstellung von Photos, Vergrösserungen und Diapositiven durch die photographische Abteilung, sowohl für den eigenen Bedarf (Publikationen, Reklameaufnahmen für den Museumszettelkatalog usw.) wie auch für Museen und Verlagsanstalten. Durch ihren allgemeinen Ausleihdienst stellt die Sammlung ausserdem alljährlich in Zürich und anderen Schweizer Städten völkerkundliche Objekte zu Ausstellungszwecken zeitweilig zur Verfügung.

Im abgelaufenen Jahr (1961) beteiligte sie sich mit Leihgaben u.a. an der Ausstellung ägyptischer Kunst im Kunsthaus Zürich, an der Wanderausstellung der Schweizer Tibethilfe, an einer Buchausstellung im Pestalozzihaus, an einer Aufführung des Studententheaters in der Universität (Aufführung des japanischen Stückes «Das Kirschblütenfest» von KLABUND). Im ersten Halbjahr 1962 wurden der Nigeria-Ausstellung in der Kunsthalle Basel, der Schattenspiel- und Marionettenausstellung in der Kunsthalle Bern und der Ausstellung «Musikinstrumente» im Zürcher Kunstgewerbemuseum Gegenstände zur Verfügung gestellt.

Publikationen

Die im Zeitraum 1894 bis 1942 über die Geschichte der Zürcher Völkerkundesammlung sowie über besondere Einzelstücke derselben erschienenen Veröffentlichungen sind in einer, in den «Mitteilungen der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich» Bd. 41, 1943 publizierten illustrierten Broschüre ihres Direktors: «Die Sammlung für Völkerkunde, ihre Entstehung und Wandlung bis heute» zusammengefasst worden, auf welche verwiesen sei. Nach diesem Datum sind folgende die Völkerkundesammlung betreffende Arbeiten erschienen:

J. HOTZ: Eine indianische Fellmalerei der Völkerkundesammlung Zürich (Mitt. der G.E.G.Z., Bd. 42, 1945).

E. LEUZINGER: «Wesen und Formen des Schmuckes afrikanischer Völker» (Diss.), Zürich 1950, 140 S., 19 Bildtafeln.

A. STEINMANN: Ausstellung «Masken und Skulpturen» aus der Völkerkundesammlung der Universität Zürich, im Helmhaus, 12.–27. August 1950.

– Indonesische ethnographica in openbare Zwitserse verzamelingen («Indonesie», 's-Gravenhage, 1952, Nr. 6).

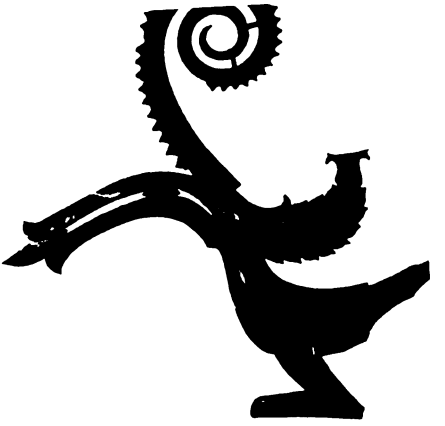


Abb. 3 Stilisierte Holzfigur eines Nashornvogels, Sambas (V
65 cm, wird als Ehrenmal (Verdienst- und Leistungsabzeichen
dem Hause, nach dem Ableben auf dem G

Zuwachs

Die Sammlung umfasst heute (ohne die zahlreichen Depotleil
die grosszügige Schenkung des siamesischen Prinzen SANIDH
teils ausgestellten, teils magazinierten Leihgaben von total 145 St
die Sammlung in den Besitz einer einzigartigen Kollektion aus
und Karen. Durch Ankäufe wurden 1961 total 63 Objekte
22 aus Amerika, 2 aus Australien, 2 aus China, 2 aus Japan, 5 au
Spezielle Vermeldung verdient eine geschlossene Sammlung vc
borneo), darunter Masken, Saiteninstrumente, geschnitzte R
äusserst seltene hölzerne Kult- und Abwehrfiguren

der Universität besucht und regelmässig von städtischen und kantonalen Lehrkräften mit ihren Schulklassen zu Lehrzwecken und zum Zeichnen benützt. Im abgelaufenen Jahr (1961) belief sich der Besuch auf total 2658 Personen, darunter 957 Einzelbesucher, 35 Schulen, mit zusammen 578 Schülern zu Lehrzwecken, 63 Schulen mit zusammen 952 Schülern für den Zeichenunterricht, 101 Lehrkräfte, 2 Vereine mit zusammen 70 Teilnehmern.

Der Direktor: A. STEINMANN

Die medizinhistorische Sammlung der Universität

Diese Sammlung enthält Gegenstände, welche die Geschichte der Medizin von der Urzeit bis zur Gegenwart illustrieren. Sie ist eine Abteilung des Medizinhistorischen Instituts der Universität Zürich, und ist vor allem aus dem Sammelfleiss des Zürcher Arztes PD Dr. med. GUSTAV ADOLF WEHRLI (1888–1949) entstanden. 1932 wurde sie von der Universität erworben und 1961 dem Publikum zugänglich gemacht. Sie befindet sich auf dem 4. Stock des Turms der Universität, der in einen Ausstellungsstock und einen Magazinstock geteilt wurde, während die «Papierabteilung» des Instituts (Bibliothek, Portrait- und Illustrationensammlung, Briefe und Handschriften) im 6. Stock ansässig ist.

Die Ausstellung dient dem Bildungs- und Lehrzweck der Sammlung. Sie enthält weniger als einen Zehntel der Bestände und besteht aus den besten und für das Publikum geeignetsten Stücken der Sammlung. Die Magazinbestände stehen vor allen Dingen für Forschungszwecke sowie auch zur Unterstützung anderer Institutionen bei temporären Ausstellungen zur Verfügung.

Umfang der Sammlung

Die Sammlung enthält: Instrumente der Chirurgie (römisch bis 19. Jahrhundert) – Orthopädie – Geburtshilfe – Urologie – Oto-Rhino-Laryngologie – Ophthalmologie – Zahnheilkunde – Veterinärmedizin. Diagnostische Instrumente aus der inneren Medizin (Stethoskope, Blutdruckmessinstrumente). Anatomisches Lehrmaterial – Mikroskope; frühe elektrische und Röntgen-Apparaturen; Utensilien zur Kranken- und Säuglingspflege; Gegenstände der Irrenbehandlung; Blindenfürsorge; Pestsärge; Apotheke des 18. Jahrhunderts mit sämtlichen Geräten (zahlreiche Keramiken, Mörser usw.); Amulette und Votive aus der europäischen Volksmedizin; Darstellungen von Schutzheiligen von Kranken und Ärzten; Masken, Fetische und Amulette der primitiven Heilkunde.

Sie ist im deutschen Sprachgebiet einzig in ihrer Art.

Personal

(Gleichzeitig auch Institut.) Direktor: Prof. Dr. med. ERWIN H. ACKERKNECHT; 1 Assistent, 1 Bibliothekarin, 1 Schreibkraft, 1 Aufsichtsperson.

Ausleihdienst

Wir haben seit 1957 vier eigene Ausstellungen durchgeführt und ca. 20 fremde Ausstellungen unterstützt.

Wissenschaftliche Arbeit

Wissenschaftliche Arbeit wurde von auswärtigen Gelehrten unter anderem an unserem Verbandsmaterial, pharmazeutischen Verpackungen, Gebärstühlen und orthopädischen Apparaten ausgeführt. Das Personal war bisher durch die Aufstellungsarbeit an wissenschaftlicher Arbeit verhindert.

Publikationen

Bilderbuch ist beim Huber-Verlag, Bern, in Vorbereitung.

Zuwachs

achs erfolgte durch Käufe (im Rahmen unserer bescheidenen Mittel), z.B. peruanisches l und ein Heinesches Osteotom; Tausch, z.B. Doubletten von Ärzte-Büsten aus dem Musée mme, Paris, und Schenkungen, z.B. alte physiologische Apparate (Physiologisches Institut versität) und alte Narkose-Geräte (Kinderspital Zürich).

Besuch

Ausstellung, die seit November 1961 zugänglich und Montag von 18.30–20.30 sowie Mitt- on 14–17 Uhr geöffnet ist, wurde von November 1961 bis Mai 1962 von 805 Einzelpersonen . Ca. 40 Führungen von geschlossenen Gesellschaften wurden veranstaltet. Die Sammlung Jahr auch von ca. 20 ausländischen Gelehrten besucht.

Der Direktor: E. H. Ackerknecht

Naturschutz

17. Jahresbericht der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1961

Die Naturschutzkommission bemühte sich um die rasche Behandlung ihrer Anträge für die Bezeichnung der Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung im Kanton Zürich. Verschiedene Objekte, so

— die Sihllandschaft bei Hütten, Schönenberg, Hirzel,
— das Neeracher Ried,
— die Maschwander Allmend,
— das Robenhauser Ried,
— ein Teil der Albiskette und des Reppischtales,
— der Rheinfall,
— die Lägernkette mit einzelnen besonderen Schutzobjekten,
— die Drumlinlandschaft bei Wetzikon

wurden von der vom Schweizerischen Bund für Naturschutz eingesetzten Kommission bereits gutgeheissen.

Die Veröffentlichung eines Berichtes über unsere Vorschläge und der gekürzten Gutachten über die einzelnen Objekte in der Vierteljahrsschrift fand ein erfreuliches Interesse und führte uns verschiedene neue, wissenschaftlich gut begründete Anträge zu, welche im Laufe dieses Jahres behandelt werden sollen.

Zahlreiche Anfragen und Anträge, welche mehr das Gebiet des ideellen Naturschutzes und Landschaftsschutzes berühren, wurden dem Beauftragten des Regierungsrates für Natur- und Heimatschutz, dem Zürcherischen Naturschutzbund oder dem Schweizerischen Bund für Naturschutz zugeführt.

Den Mitgliedern der Naturschutzkommission ist die jederzeit bereitwillige und aufbauende Mitarbeit zu verdanken. Diese Kommission setzt sich wie folgt zusammen:

Prof. Dr. H. LEIBUNDGUT (Präsident)
Prof. Dr. H. ELLENBERG
Dr. H. GRABER
PD. Dr. E. LANDOLT
Prof. Dr. K. SUTER
PD. Dr. E. A. THOMAS

Der Präsident: H. LEIBUNDGUT

Zürcherische Naturschutzobjekte von nationaler wissenschaftlicher Bedeutung

(2. Teil)

Die Sihllandschaft zwischen Zürichsee und Zugersee

Von

WALTER HÖHN-OCHSNER, Zürich

I. Geologische Übersicht

Das Sihlgebiet zwischen Zürich- und Zugersee stellt allein auf diesem beschränkten Raume eine Landschaft dar, die durch ihren Reichtum an geologischen, pflanzen- und tiergeographischen Eigentümlichkeiten und ganz allgemein durch den Reiz ihrer Schönheit als einzigartig bezeichnet werden muss. Die sich hier durchschlängelnde Sihl vermochte nicht ein breites Tal zu formen, sondern durchfliesst von Schindellegi bis in die Gegend von Hirzel eine Schlucht, die stellenweise einen beinahe alpinen Charakter besitzt. Dazu erweist sich der Sihllauf von Schindellegi an abwärts als ein geologischer Sonderfall, wie er in diesem Ausmass in der ganzen Schweiz nirgends ein zweites Mal zu finden ist und wohl in ganz Europa sich kaum in dieser ausgeprägten Form wiederholt. Denn hier ist etwas ganz Unerwartetes geschehen. Hoch oben, an dem steilen ursprünglichen Talhang wurde ein jüngeres, epigenetisches Tal geschaffen, das in der gleichen Richtung wie das Haupttal des Zürichsees verläuft, aber viele hundert Meter über dem Grunde des letztern (Abb. 1).

Während der letzten zwei Eiszeiten (Riss und Würm) wurde das Stammtal der Sihl, das heutige Zürichseetal, von den vordringenden Eismassen des Linthgletschers ausgefüllt und die aus den Schwyzerbergen hervorbrechende Sihl gezwungen, vereinigt mit der südlichen Flankenentwässerung des Gletschers, einen neuen Ausweg nach Westen zu suchen. Der einzig mögliche Weg führte dem Nordhang des Hohen Ron entlang. Die vom würmeiszeitlichen Linthgletscher gebildete Eisbarriere dauerte so lange, bis sich die Sihl, vereinigt mit den flankierenden Gletscherwassern, nicht nur durch die Seitenmoräne hindurchgegraben, sondern auch noch im anstehenden tertiären Felsuntergrund eine enge Felsschlucht auserodiert hatte.

So ergab sich für die Sihl nach dem endgültigen Rückzug des Linthgletschers keine Möglichkeit mehr, in ihr ursprüngliches Stammtal zurückzukehren, wenn

Abb. 1. Die Sihllandschaft zwischen Schindellegi und Steinmatt (Station Sihlbrücke).

auch die niederste Stelle des Moränendammes bei Schindellegi kaum 15 Meter über dem Sihlbett liegt.

Von Schindellegi bis Hütten durchfurcht die Sihl Sandstein- und Mergelschichten der untern Süsswassermolasse (Aquitanian). Infolge gewaltiger Erdkrustenbewegungen, die sich am Ende der Tertiärzeit abgespielt hatten, besitzt dieser obere Teil der Sihlschlucht ein besonders wildromantisches Gepräge. Bei der Auffaltung der subalpinen (Abb. 2) Molasse wirkte hier der Schub von Süden so stark, dass sich in

Abb. 2. Sihlbett beim Scherensteg mit aufsteigendem Nordschenkel der ersten grossen Auffaltung der subalpinen Molasse (Aquitan) (Juli 1938). Photo W. Höhn.

dieser Zone gar keine Faltengewölbe bilden konnten, sondern der Südschenkel über den aufgestauchten Nordschenkel hinüber geschoben wurde (Hohe Ron-Schuppe). Schon während der Auffaltung muss die Abtragung und Verwitterung ein derart tiefgreifendes Ausmass angenommen haben, dass an dieser Stelle keine Spur mehr von der ursprünglich darüber gelagerten Meeres- und obern Süsswassermolasse sich vorfindet.

Die Südufer der Sihlrinne sind hier morphologisch von zweierlei Gestalt: gegen Schindellegi hin löst sich die Scherenfluh in eine Reihe von steilen Felsbändern auf, die schon bei Mittelwasserstand ein Vordringen in dieser Richtung verhindern; von

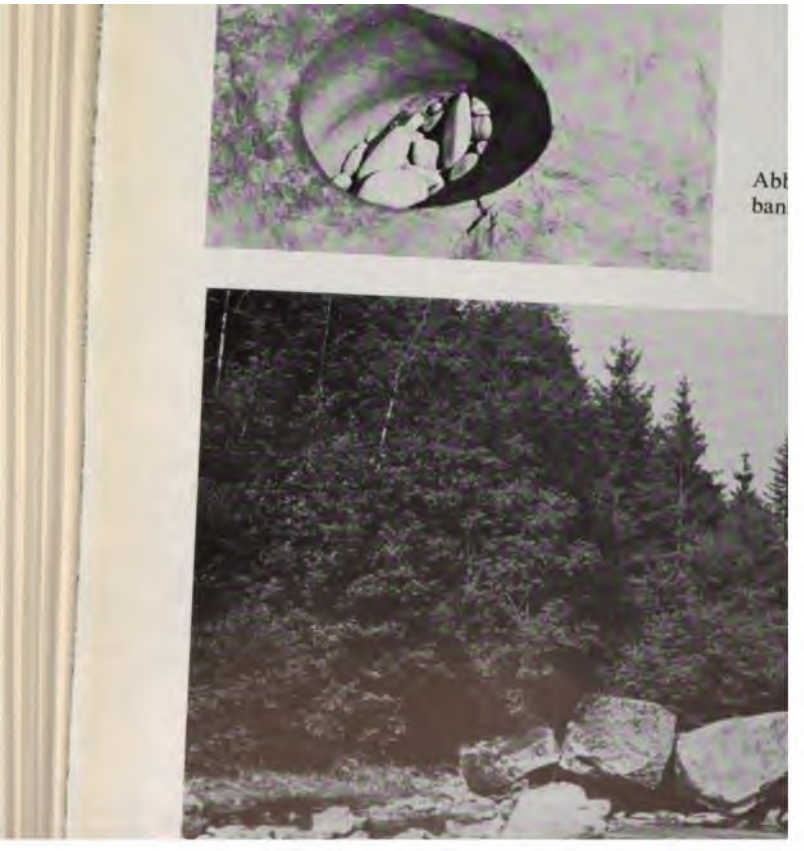


Abb
ban

mehrfach über einen halben Meter breit und ebenso tief sind. Und die Romantik dieses Schluchtabschnittes wird noch erhöht durch die unzähligen erratischen Blöcke (Abb. 4), die regellos zerstreut im Felsbett liegen und von denen nicht wenige einen Rauminhalt von 10 m^3 erreichen.

Zwischen Hüttner- und Finsterseebrücke tritt uns die Sihlrinne als reine Moränenschlucht entgegen. Das Sihlbett enthält in diesem Gebiet ein wahres Museum von Erratikern verschiedenster Art. Gleich unterhalb der Hüttnerbrücke stossen wir auf dem linken Sihlufer auf den grössten noch erhaltenen Findling unseres Gebietes. Es handelt sich um einen Kieselkalkblock von rund 80 m^3 Rauminhalt, der vom Volksmund als «Chrungelistei» bezeichnet wird.

Die Sihl bespühlt in dieser Zone den Fuss des Gottschalkenberges, an dessen Aufbau vorwiegend mächtige Bänke aus polygener Nagelfluh beteiligt sind, die ebenfalls der untern Süsswassermolasse zugehören. Dieses Gehänge ist berühmt geworden durch die Entdeckung eines Braunkohlenflözes (Abb. 5) im Jahre 1835.

Abb. 5. Zerfallener Stolleneingang im ehemaligen Kohlenbergwerk im Wurf am Gottschalkenberg, Kt. Zug (Juli 1938). Photo W. Höhn.

Die in Angriff genommene Ausbeutung erwies sich jedoch infolge der geringen Mächtigkeit der Kohlenschicht und des schwierigen Abtransportes als ganz unrentabel und musste 1841 eingestellt werden.

Aber im Gegensatz zum materiellen Fiasko erwiesen sich diese Schürfungen für die Wissenschaft als ein Ereignis von ungeahntem Wert. In den Mergelschichten, welche das Kohlenflöz begleiten, kamen die fossilen Reste einer Pflanzen- und Tierwelt zum Vorschein, die während dem zugehörigen Abschnitt der Tertiärzeit, d. h. vor mehr als 30 Millionen Jahren, diese Zone besiedelte. Unauslöschlich ist mit diesen Funden der Name unseres grossen Schweizernaturforschers Oswald Heer verbunden, der hier die Reste von 142 Pflanzen und 10 Wirbeltieren bestimmte und den Beweis erbrachte, dass in jener fernen Zeit der Erdgeschichte auf lange Dauer ein subtropisches Klima geherrscht haben musste. Die wichtigsten pflanzlichen Fossilien dieser klassischen Fundstätte bestehen aus Abdrücken von Blättern, Blüten und Früchten von Palmen, Zypressenarten, Lorbeer, Kampherbäumen, Feigen- und Zimmetbaum und Farnen. Unter der Fauna waren Tapire besonders zahlreich vertreten. Der Ortskundige kann hier oben heute noch die Eingänge von nahezu einem Dutzend total zerfallener Bergwerkstollen feststellen, unter denen sich noch die Schutthalden mit den herausgeschafften, aber jetzt fast vollständig verwitterten Mergeln dehnen. Den Wissenschafter hält eine Frage in Spannung, welche noch

wir hier auf Sandsteinplatten mit Fussspuren einer
zeit nebst Resten von Meermuscheln.

Schon unweit der Hüttnerbrücke stossen wir a
stark verkittete, eiszeitliche Schotterbänke, die bei
berg schon in viel grösserem Ausmass auftreten. D
die der Sihltalwanderer erlebt, wenn er unterhalb
romantische Felsschlucht eintritt mit nagelfluhähnlic
Höhe. Es handelt sich hier wiederum um einen stark
den man in der Literatur auch etwa mit dem Namen
net findet, welche Benennung aber bei Uneingewei
führen kann. Die zeitliche Datierung dieser Schott
Problemen der Glazialgeologie. Immer noch bleibt
Decken- oder Riss-Schotter handelt, oder ob sogar
bekommt, dass es Ablagerungen der Früh-Würmeisz

Gewaltige Schotterblöcke sind im Laufe der Zeit
und haben sich schon im Steilgehänge zu gigantisch
etwa der «Chrungelichaschte», oder sind ungeordnet
im Sihlbett liegen geblieben, von Gebüschen und sch
zogen. Die ganze Schlucht wird von der einheimische
bezeichnet. Die Stelle, wo sich die Sihl zwischen z
durchzwängen muss, ist der eigentliche «Sihlsprun
Zeiten, als noch kein Steg vorhanden war, in einem S
gelangen konnte.

Diese Schotter bilden ein reiches Reservoir für Qu
ziger Jahre des vorigen Jahrhunderts gefasst und na
wurde. Dank der zahlreichen für die Wasserführ
Galerien ist die Sohlschotterfläche

Abb. 6. Im Sihlsprung bei Hirzel. Abgestürzte Schotterblöcke im Sihlbett (Aug. 1962).
Photo M. Weiss, Hochbauamt des Kt. Zürich.

schlucht nach einer längern Frostperiode besucht, der glaubt sich in ein Märchenland versetzt. Ringsum von den Felswänden hangen gewaltige Eisorgeln herunter, alle kleinen Wasserfälle sind zu Eis erstarrt, die Tuffhalden liegen unter dichten, phantastisch gerippten Eispanzern verborgen.

Gleich unterhalb der Einmündung des Spitzenbaches verschwinden die Schluchtschotter, und an ihrer Stelle tritt an der Bodnerisi die obere Süsswassermolasse zutage, deren Kontakt mit dem Schotter auf der Nordflanke des Spitzenbachtobels aufgeschlossen ist. Nun erscheint aber hoch oben im Kellenholz eine neue Schotterzone, die im genannten Gehölz in einer mächtigen Steilwand abbricht. Hier hat sich in prähistorischer Zeit ein Bergsturz ereignet, dessen Trümmer, z. T. gewaltige Blöcke, das untere Kellenholz erfüllen.

Oberhalb der Sihlbiegung beim «Schiffli» stossen wir auf eine Bank von polygener Nagelfluh der obern Süsswassermolasse. Von Sihlbrugg-Dorf bis Steinmatt treten wir in die steilen Molassehalden am Westhang der Hirzelhöhe und des Zimmerberges, wo mächtige Bänke von Knauersandsteinen mit buntgefärbten Mergelzonen mehrfach wechsellagern. Tektonisch ist dieses Gebiet noch von besonderem Interesse, weil diese Zone den schwach geneigten Südschenkel (6—8%) einer ersten Molasse-Antiklinale bildet, deren Synklinalmulde gleich oberhalb Sihlbrugg-Dorf querüber von der Sihl gegen Wädenswil gerichtet ist.

Hat die Tertiärzeit das Material für den Felsuntergrund unseres Gebietes geliefert und durch deren nachfolgende tektonische Umwälzungen die Grundformen unserer Landschaft geschaffen, so wurde derselben durch die Ablagerungen der letzten Eiszeit (Würm) die endgültige Modellierung verliehen. Die Hochfläche zwischen Zürich- und Zugersee darf mit Recht als eine der grossartigsten Moränenlandschaften der Schweiz angesprochen werden. Die Gehänge und Terrassen zwischen Zürichsee und der Hohe Ron-Gottschalkenbergkette sind in erster Linie charakterisiert durch gewaltige, in der Richtung des Zürichseetales streichende Moränenwälle, die als Seitenmoränen der linken Flanke des Linthgletschers hier angelagert wurden. Als Leitgesteine bergen sie hauptsächlich Sernifite, gefleckte Tavayannazsandsteine, dunkle Malmkalke, Kieselkalke, blaugraue Schrattenkalke mit heller Verwitterungsrinde, Seewerkalke, Echinodermenbreccien, Nummulitenkalke und Speernagelfluh. Die im Pfannenstielgebiet so häufigen altvulkanischen Melaphyre treten erst im tiefer gelegenen Erratikum der Zimmerbergkette auf (Abb. 7).

Nirgends innerhalb der Ablagerungszone der Linthvergletscherung sind die Zeugen der End- und Rückzugsstadien noch in dieser Vollkommenheit erhalten wie am Nordhang des Hohen Ron und auf der Hochfläche von Hütten bis Hirzel. Dem Killwangenstadium entsprechen die Moränenwälle von Obersparen, Mistlibühl und Hinter-Rossberg bei 930 bis 950 m. Zum Schlierenstadium gehören der Untersparen, die Schönau und der Oeribühl bei 830 bis 850 m Meereshöhe. Dem Zürichstadium endlich muss der gewaltige Moränenzug zugerechnet werden, der die Sihl endgültig aus ihrem ursprünglichen Lauf ins Zürichseetal an die hochgelegene Nordflanke des Hohen Ron hinauf verdrängt hat.

Mehr im westlichen Gebiet von Hirzel-Neuheim-Menzingen stossen wir noch auf eine ganz besondere Form von Moränenablagerungen der Würmeiszeit, indem hier eine eigentliche Domkuppellandschaft geformt wurde. Man kann dieselben nicht

Abb. 7. Der Hüttnersee mit Etzel, Scheren-Rossberg und Hoh Ron. Über der Strasse Hütten-Schindellegi der Kamm der Zürchermoräne, hinter welcher die Sihlschlucht verborgen liegt. Darüber die Moränenwälle des Schlieren- und Killwangenstadiums des Linthgletschers (Aug. 1962). Photo M. Weiss, Hochbauamt des Kt. Zürich.

Abb. 8. Charakterlandschaft von Neuheim-Menzingen mit den domförmigen Kuppenmoränen. Im Vordergrund die bewaldete Sihlschlucht (Aug. 1962). Photo M. Weiss, Hochbauamt des Kt. Zürich.

einfach als Drumlin bezeichnen, denn diese letzteren werden als langgezogene, walfischrückenähnliche Gebilde so abgelagert, dass ihre Längsachse in der Stossrichtung des Gletschers liegt. Die von Wiesengrün leuchtenden, lindengekrönten, weithin sichtbaren, regelmässig abgerundeten Kegel verleihen diesem Abschnitt unserer Sihllandschaft ein ganz besonders charakteristisches Gepräge (Abb. 8). Sie dürften genetisch mit den Drumlin eine gewisse Verwandtschaft besitzen, wenn man annehmen darf, dass ihr Material von der Oberfläche mächtiger Toteismassen in Eistrichter von grossem Ausmass hineingeschwemmt wurde. Dass hier in der Kontaktzone zwischen Linth und Reussgletscher grössere Toteismassen liegen blieben während der Rückzugsphasen, wird auch durch die Bildung von typischen Toteisseen bewiesen, von denen der Wylersee bei Finstersee als letzter noch von der Verlandung verschont geblieben ist. War es dem Verfasser doch gelungen durch Vornahme zahlreicher Moorbohrungen 25 prähistorisch verschwundene kleinere Seebecken nachzuweisen, von denen wohl die meisten als Toteisseen entstanden waren.

Auf dem Rücken des Rossberg, zwischen dem Scherenspitz und der Kuhnweid am Hohen Ron zieht sich noch ein Moränenwall hin, der infolge seiner Höhenlage bei 1020 m nicht mehr der Würmvergletscherung angehören kann. Er muss während der Risseiszeit hier abgelagert worden sein.

Zu den Veränderungen des Landschaftsbildes, welche die Nacheiszeit mit sich brachte, gehören in erster Linie die starken Erosionswirkungen der wilden Gebirgsbäche des Hohen Ron und Gottschalkenberges. Bei der Einmündung des Sagenbaches in Hütten und des Mühlebaches in Finstersee vermochte die Sihl die Schuttmassen nicht mehr wegzuräumen, so dass es hier zur Bildung grosser Schuttkegel kam, die den Lauf der Sihl nach Norden verdrängten. Infolge katastrophaler Hochwasser, die sich hier noch in den letzten Jahrzehnten ereigneten, wurde man gezwungen, die Bachbette künstlich zu verbauen.

Durch den Austritt kalkhaltiger Quellen wurden an zahlreichen Stellen der Sihlhalden wie auch an den Böschungen der einmündenden Tobel kleinere und grössere Schichten von Kalktuffen abgelagert, stellenweise unter Bildung von malerischen Sinterterrassen.

Nun stelle man sich einen Augenblick noch unser Gebiet vor, wie es nach dem Abschmelzen der letzten Eisreste ausgesehen haben mag: eine hügelige, baumlose Tundra, nur mit Zwerggesträuch, wenigen Seggen und Kräutern bewachsen, aber Hunderte von kleineren und grösseren Tümpeln und Seelein, welche die Grundmoränenmulden und Toteisbecken erfüllten. Von all diesen Gewässern sind nur noch der Hüttnersee und das Wylerseelein übrig geblieben, alle andern sind der Verlandung zum Opfer gefallen. Zunächst wurde der Grund dieser Gewässer durch vom Regen hereingeschwemmten feinen Ton, dann durch darüber sich lagernde, oft metermächtige Seekreideschichten teilweise aufgefüllt und der Rest durch Torfschichten überdeckt, die sich aus den absterbenden Resten der Uferflora zusammensetzen (Abb. 9).

Wer einen Gesamtüberblick über unser beschriebenes Gebiet gewinnen möchte, der besteige den Gottschalkenberg und besuche dort P. 1163.9 (Bellevue); er wird dort durch die herrliche Aussicht auf das Zugerland und das Zürichbiet reichlich für seine Mühe belohnt. Einen nähern Einblick in das östliche Moränengebiet ver-

Abb. 9. Blick vom Gottschalkenberg auf die Sihlschlucht bei Hütten, den Hüttner- und Zürichsee (Juli 1962). Photo M. Wuss, Hochbauamt des Kt. Zürich.

ittelt ein Besuch der Laubegg, eines Moränenrückens nordwestlich des Hüttnersees. in Besuch des Lindenberges bei Menzingen gewährt uns den Anblick der Moränen-uppenlandschaft aus nächster Nähe.

II. Flora

Zu den vielseitigen geologischen Eigentümlichkeiten des Sihlgebietes gesellen sich enso zahlreiche pflanzen- und tiergeographische Besonderheiten. Wir befinden uns Übergangsgebiet vom Mittelland zu den Voralpen. Einen unvergesslichen Ein-uck erhält ja jeder Besucher dieser Gegend, wenn er z. B. bei der Scherenbrücke ischen Hütten und Schindellegi in wenigen Schritten aus der zu seinen Füssen genden Kulturzone des Mittellandes mit ihren Wiesen und Obsthainen sich plötz-h in eine wilde Bergschlucht mit ganz alpinem Charakter versetzt sieht. So müssen r auch nicht erstaunt sein, dass es hier zu einer Mischung der mittelländischen ora mit alpinen Elementen kommt und dass diese letztern weit ins Unterland sstrahlen und gewissen Pflanzengesellschaften in ihrem Aspekt eine ganz besondere ote verleihen. Dazu kommt, dass durch die Hochwasser der Sihl im Laufe von hrhunderten zahlreiche Alpenpflanzen ins Tiefland verfrachtet wurden, wo sich e einen oder andern am Flussufer oder auf Kiesinseln zufällig zu verankern ver-ochten und sich dort weiter entwickelten.

Dann treffen wir in den Gehölzen der Sihlschlucht bis gegen den Sihlwald hinunter *onymus latifolius* als Vertreter der Föhnflora. Durch die reichen Niederschläge Gebiet des Hohen Ron und Gottschalkenberges wird ein Lokalklima mit stark eanischem Einschlag geschaffen, was die Einwanderung von subatlantischen Arten möglichte. So begegnen wir auf den obersten Bergweiden *Polygala serpyllifolia*, in n feuchten Bachschluchten des Gottschalkenberges *Chrysosplenium oppositifolium* d dem Laubmoos *Hookeria lucens*.

Wenn auch in unserer Gegend der Mensch im Laufe der verflossenen Jahrhunderte rch die intensive Holznutzung weitgehend den Charakter der Wälder bedingt hat, stossen wir doch in dieser Zone noch auf natürliche Waldbestände. Dies betrifft nmal den vorwiegend aus Eschen, Bergahorn und Ulmen zusammengesetzten hluchtwald, der eine grosse Feuchtigkeit beansprucht, und der aus der Sihlschlucht ch weit in die steilen Bachtobel hinaufsteigt, begleitet von Alpenerlen und *Salix pendiculata*. Als Unterwuchs beherbergt er eine üppige Hochstaudenflur mit *tasites hybridus* und einer reichen subalpinen Gesellschaft von *Polygonatum verti-llatum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Stellaria nemorum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Thalic-um aquilegifolium*, *Cardamine pentaphylla* und *Adenostyles glabra*.

Natürlichen, montanen Fichtenwald finden wir im Steilgehänge der Scherenfluh d im Gebiet des Hohen Ron und Gottschalkenberges von etwa 1000 m Meereshöhe . Charakteristisch ist hier besonders die Bodenschicht, die sich aus typisch sub-pinen Moosen zusammensetzt: *Plagiothecium undulatum*, *Hylocomium loreum* und *nbratum*, *Sphagnum quiquefarium* und *Girgensohnii*. Das feuchte und oft nebelreiche kalklima bedingt auch das Vorhandensein einer reichen Flechtenflora, die haupt-chlich aus den Gattungen *Usnea*, *Alectoria*, *Parmelia* und *Cetraria* gebildet wird. ie üppigen Hochstaudenfluren der Bachrunsen setzen sich zusammen aus *Rumex*

arifolius, Lunaria rediviva, Cicerbita alpina, Adenostyles Alliariae. Im Nettenbachtobel stossen wir sogar auf *Tozzia alpina, Viola biflora* und *Cardamine polyphylla.* Dann ist der Nordhang des Hohen Ron besonders berühmt durch seine reiche Farnflora mit *Dryopteris Borreri, D. austriaca, Athyrium distentifolium, Blechnum Spicant* und eine seltene Lebermoosflora, deren Schwerpunkt im Mühletobel bei Finstersee liegt.

Auch die Felsflora dieses Sihlgebietes bietet manche Überraschung. An den steilen Felsbändern der Scherenfluh gedeihen *Saxifraga mutata* und die alpine *Saxifraga Aizoon,* weit sihlabwärts beinahe an allen Felsen *Campanula cochleariifolia, Asplenium viride, Saxifraga aizoides, Valeriana tripteris* und an den Schotterfelsen des Sihlsprung *Carex brachystachys.* Zu den charakteristischen subalpinen Felsmoosen dieser Zone gehören *Orthothecium rufescens, Bartramia Halleriana* und *pomiformis, Plagiopus Oederi, Blindia acuta, Gymnostomum rupestre.*

Zu den von der Sihl verfrachteten Alpenpflanzen, die teils vereinzelt, teils in kleinen Herden am Ufer oder auf Kiesinseln gefunden werden, gehören *Poa alpina, P. cenisia, Arabis alpina, Gypsophila repens, Ranunculus montanus, Euphrasia salisburgensis, Alchemilla Hoppeana, Erica carnea.*

Dass der mittlere Sihllauf erst wenig verschmutzt ist, spiegelt sich deutlich im Vorhandensein einer charakteristischen Moos- und Algenflora wieder. Da fluten im Frühjahr im reissenden Wasser die Schwänze von *Hydrurus foetidus,* später entwickeln sich die Fäden von *Ulothrix* und als Vertreter der Rhodophyceen *Lemanea fluviatilis.* Halb untergetauchte Blöcke sind bekränzt von *Cinclidotus fontinaloides* und *C. riparius* und oft in grosser Menge flutet das Brunnenmoos *Fontinalis antipyretica.*

Ob Finstersee, in den Nordhängen des Gottschalkenberges und der Brusthöhe finden wir noch die letzten Reste der einst im ganzen Hohe Ron-Gebiet weit verbreiteten Bergweiden. Sie gehören durchweg zu der nährstoffarmen Gesellschaft der Borstgras-Weide *(Nardeto-Callunetum),* beherbergen aber immer noch mehrere dieser Assoziation eigentümlichen Charakterarten wie *Arnica montana, Gymnadenia albida, Crepis aurea, Cirsium acaule, Carlina acaulis, Homogyne alpina, Campanula Scheuchzeri, Chaerophyllum Villarsii, Lycopodium clavatum* und an feuchtern Stellen *Willemetia stipitata.* An zahlreichen Orten folgt als Sukzession eine ausgesprochene Bergheide *(Calluneto-Vaccinietum).* Nachfolgend wird diese Assoziation von dicht geschlossenen Adlerfarn-Beständen überwuchert, in die als Schlussvegetation hauptsächlich die Birke eindringt.

Wo die beiden Sihlhalden zürcher- und zugerseits nicht von Gehölzen bestockt oder als Kulturwiesen genutzt werden, bieten sie ein buntes Mosaik der verschiedensten Pflanzengesellschaften, teilweise ganz unberührt, teilweise als Streuelieferant genutzt. Wo Quellrinnsale aus den höher gelegenen Moränen oder Schottern austreten, entstehen vielfach mächtige Lager von Kalktuffen, die biogen und thermisch aus dem Quellwasser ausgeschieden werden. Sie sind meistens treppenartig gestuft und gewähren in ihrer smaragdgrünen Verkleidung durch schwellende Moospolster und bunte Algenüberzüge einen entzückenden Anblick. Diese Tuffe tragen eine Vergesellschaftung der Wassermoose *Cratoneuron commutatum, C. filicinum, Eucladium verticillatum* mit den Algen *Scytonema myochrous, Tolypothrix calcarata, Gloeocapsa rupestris* und *Oocardium stratum.*

Eine zweite, weitverbreitete hydrophile Pflanzengesellschaft lernen wir in der Quellflur *(Caricetum paniculatae equisetosum maximi)* kennen, die durch hochwüchsige Seggen, Rasenschmiele und Kälberkropf charakterisiert wird. Sie ist nahe verwandt mit einer schattenliebenden Hochstaudengesellschaft, die vorwiegend zusammengesetzt ist aus *Petasites albus*, *Cirsium oleraceum*, *Angelica*, *Eupatorium* und den subalpinen Einstrahlungen von *Polygonum Bistorta*, *Geranium silvaticum* und *Trollius europaeus*.

Ein besonders tiefes Erlebnis bietet uns ein Besuch der steilen Molassehalden am Westhang des Zimmerberges und der Dürrenmooshalde. Wir steigen hier in eine feucht lehmige Mulde empor und befinden uns gleich inmitten einer Blaugrashalde *(Seslerietum coeruleae)* mit einer unvergleichlich herrlichen Begleitflora: *Laserpitium latifolium*, *Tamus communis*, *Lilium Martagon*, *Phyteuma orbiculare*, *Carduus defloratus*, *Orchis purpurea*, *Cypripedium Calceolus*, *Cephalanthera rubra*, *Gymnadenia conopea* et *odoratissima*.

Steigen wir aber aus den Mulden auf die trennenden, steilen Sandsteingräte hinauf, so stehen wir plötzlich in einer ganz andern Pflanzengesellschaft drin. Ein ganz lichter Föhrenwald mit wenig Weisstannen, Eiben und Stechpalmen umgibt uns, ein *Picetum molinietosum* mit *Molinia litoralis*, *Carlina vulgaris*, *Polygala chamaebuxus*, *Carex alba* et *montana*, *Platanthera chlorantha*, *Sorbus Aria*, *Juniperus communis*. Die Moosflora der Bodenschicht deutet auf einen trockenen Standort: *Rhytidium rugosum* und *Thuidium abietinum*.

Noch sind im Gebiet der Dürrenmooshalde einige Reste der hier vor 50 Jahren noch weitverbreiteten Magerwiesen *(Mesobrometum)* vorhanden mit den grossen botanischen Seltenheiten wie *Ophrys Arachnites*, *apifera* et *muscifera*, *Blackstonia perfoliata*.

Die häufigsten Gehängemoore des ganzen Sihltals werden hauptsächlich von Kleinseggen-Gesellschaften eingenommen, vor allem durch das *Caricetum Davallianae* mit seinen Subassoziationen. Hier erscheinen als Frühlingsboten *Gentiana verna* und *Primula farinosa*, gegen den Sommer *Bellidiastrum Michelii*, *Orchis Traunsteineri*, *Thesium pyrenaicum*, *Tofieldia calyculata*, *Euphrasia montana* u. a. Trockenere Standorte werden vom *Molinietum* besiedelt, das sich im Herbst als goldgelbe Fläche von der Umgebung abhebt, und in denen dann die Spätblüher *Gentiana germanica* und *G. ciliata* noch das Auge erfreuen.

Alle von wasserundurchlässigen Grundmoränen ausgekleideten Mulden des zürcherischen und zugerischen Moränenplateaus waren ursprünglich von Mooren ausgekleidet und bewirkten einen besonderen Charakterzug im Antlitz unserer Landschaft. Auch die zahlreichen Flurnamen in Zusammensetzung mit -moos und -ried deuten auf die relative Häufigkeit dieser Pflanzengesellschaften. Durch die unabwendbaren kriegswirtschaftlichen Massnahmen der vergangenen Jahrzehnte musste ein grosser Teil dieser Moorgebiete in Kulturland übergeführt werden, und die übrigen erlitten durch eine tiefgreifende Torfausbeute folgenschwere Einbussen in ihrem Florenbestand. Glücklicherweise hat die Natur selbst die ihr zugefügten Wunden geheilt, indem durch das starke Regenerationsvermögen der Sumpfflora sich ein Grossteil der Moorvegetation wieder neu belebte. So sind uns glücklicherweise doch noch eine Anzahl zum Teil herrlicher Moorlandschaften geblieben, deren dauernden

Bestand zu sichern eine Hauptaufgabe des Naturschutzes sein wird (Abb. 10 u. 11). Auf zürcherischem Gebiet seien die Moore Waldrain-Spitzenbühl, Neubad, Gubel, Hinterberg, im Gemeindebann Schönenberg gelegen, weiter nördlich die Moore von Hirzel, auf der Zugerseite die Moore von Hinterkehr und Schwand, das Blachenmoos, das Mösli und das Egelseemoor bei Menzingen genannt.

Genetisch betrachtet, lassen sich unsere Moore in zwei Gruppen einteilen, in Vernarbungs- und Verlandungsmoore, vom ökologischen Standpunkt aus in nährstoffreiche Flach- oder Niedermoore und nährstoffarme Hochmoore, wobei man noch eine Zwischenstufe als Übergangsmoor bezeichnet.

Abb. 10. Waldhochmoor Spitzenbühl, Gemeinde Schönenberg, Moorreservat (April 1958). Photo W. Höhn

Die prachtvollste und lückenloseste Verlandungsserie können wir am Westende des Hüttnersees beobachten, wo sich vom offenen Wasser gegen das Ufer hin folgende Gürtel aneinander reihen: das *Potametum perfoliati*, das *Myriophylleto-Nupharetum* mit dem seltenen *Nuphar pumilum* und *Ranunculus divaricatus*, dann das *Scirpeto-Phragmitetum* mit *Typha latifolia*, hierauf das *Caricetum elatae* und das *Caricetum inflato-vesicariae* mit *Lysimachia thyrsiflora* und *Ranunculus Lingua* und schliesslich Übergänge in *Parvocariceta*.

Die Flachmoore des Moränenplateaus weisen in der Anordnung ihrer Pflanzengesellschaften eine gewisse Übereinstimmung auf. Die Randpartien, die meistens aus den benachbarten Kulturwiesen ein sehr mineralstoffreiches Drainagewasser zugeführt erhalten, tragen in der Regel ein hochwüchsiges *Filipenduleto-Geranietum palustris*, ein *Scirpetum silvatici* oder nicht selten ein *Phragmitetum*. Als dunkelgrüne Oasen sind weithin die Kleinbinsenbestände zu erkennen, das *Juncetum s*
Ihm benachbart sind meistens Kopfbinsen- und Kleinseggengesellschafte

Abb. 11. Das Hochmoorreservat Hinterbergried bei Schönenberg (Aug. 196
Hochbauamt des Kt. Zürich.

Abb. 12. Das Hochmoor Egelsee bei Menzingen, Kt. Zug. Moorwald aus Birken und Bergföhren (Juli 1962). Photo W. Höhn.

zum trockeneren Besenried überleiten: *Schoenetum schoenetosum ferruginei*, *Molinietum juncetosum effusi*, *Molinietum caricetosum Hostianae*, *Molinietum caricetosum paniceae* und *Molinietum typicum*. Selbstverständlich ist in nassen Depressionen auch das *Caricetum elatae* und das *Caricetum inflatae* häufig zu treffen. Was uns nun während der Vollblüte unserer Flachmoore besonders auffällt, das sind eine Anzahl subalpiner Florenelemente, die teils als hochgewachsene Stauden sofort in die Augen stechen: *Veratrum album*, *Aconitum Napellus*, *Geranium silvaticum*, *Polygonum Bistorta* und im Frühjahr *Trollius europaeus*.

In zentral gelegenen feuchtern Depressionen grosser Flachmoorflächen stossen wir dann oft auf Pflanzengesellschaften, die dem Übergangsmoor zuzurechnen sind. Im nassen Moosfilz von *Sphagnum subsecundum* oder *S. contortum* siedeln sich das *Caricetum lasiocarpae* oder schon die ersten Pioniere des *Rhynchosporetums albae* mit *Lycopdium inundatum*, *Drosera obovata* und hin und wieder die seltenen Orchideen *Liparis Loeselii* und *Spiranthes aestivalis* an.

Hochmoorbestände sind zürcherseits, wenn auch in kleinerem Ausmass, erhalten im Spitzenmoos bei Hirzel, im Hinterbergried und im Rainholzmoor bei Schönenberg. Sie enthalten Schlenken mit einem *Caricetum limosae*, *Rhynchosporeten* mit reichlich *Lycopodium inundatum*, *Drosera rotundifolia* et *obovata*, Moosgesellschaften mit *Sphagnetum magellanici*, denen *Sphagnum rubellum* und *S. palustre* beigemengt sind und in deren Polstern als subalpine Einstrahlung *Arnica montana* gedeiht. Die ältern, unabgebauten Torfschichten tragen ein Callunetum, das von Gebüschen des Pulverholzes, *Frangula Alnus* und Birken überschattet wird (Abb. 12).

Das grossartigste und noch am wenigsten berührte Hochmoor finden wir jedoch unweit Menzingen. Es ist das Egelseemoor, eingebettet in jene eigenartige Moränenlandschaft. Dass es sich hier um einen verlandeten Toteissee handeln muss, ist unschwer zu erkennen; denn noch betreten wir hier grossflächige Schwingrasen. Die an den Moränen emporsteigenden Randpartien gehören den Pflanzengesellschaften der Flachmoorformation an. Mit scharfer Grenze beginnt zentralwärts sofort das schwingende *Rhynchosporetum* mit prachtvollen, mehrere Quadratmeter grossen schnittlauchgrünen Beständen von *Scheuchzeria palustris*, stellenweise dicht durchflochten von *Lycopodium inundatum* und dazwischen oft massenhaft *Drosera rotundifolia*, *anglica* und *obovata*. Ausgedehnte Schlenken sind besiedelt von *Carex limosa*. An deren Rändern gedeihen *Carex lasiocarpa*, *fusca*, *rostrata* und *Comarum palustre*. Kleinere Kolke sind umrahmt von *Menyanthes trifoliata* und sind teilweise erfüllt von *Sphagnum cuspidatum*. Aus den geschilderten Zwischenmoorgesellschaften erheben sich inselartig, wie Kugelhauben oft stark nach oben gewölbt, die Bülten der eigentlichen Hochmoorassoziationen. Sie erscheinen dem Besucher als liebliche Miniaturgärtchen, aufgebaut aus verschiedenen Torfmoosarten, die gesetzmässig nach dem Feuchtigkeitsbedürfnis angeordnet sind, in folgender Reihenfolge von unten nach oben: *Sphagnum recurvum*, *rubellum*, *magellanicum*, *acutifolium* und als Seltenheit *S. fuscum*. Aus diesem feuchten Moosschwamm leuchten die Blüten der typischen Hochmoor-Ericaceen: *Oxycoccus quadripetalus*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris*. Bei Bülten, die oben austrocknen oder verwittern, siedeln sich Rentierflechten auf deren Kuppen an. In diese Bültengesellschaft dringt nun der Hochmoorwald ein. Flaum- und Weissbirke und der Faulbaum erobern die

Moospolster. Was aber diesem Moor eine besondere Note erteilt, das sind die dunkelgrünen Bergföhren (Pinus Mugo), die sich hier in mehreren Exemplaren zu erhalten vermochten. Nicht unerwähnt bleibe, dass in den nassen Torfmoospolstern eine mikroskopische Kleinwelt verborgen liegt, deren Formenreichtum und Schönheit jeden Menschen gefangen nimmt, der sich ihrer Erforschung widmet.

III. Fauna

Die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen geologischen und pflanzensoziologischen Eigentümlichkeiten des Sihlgebietes lassen ohne weiteres den Schluss zu, dass diese Gegend eine ebenso reich gegliederte Tierwelt besitzen muss; denn jedes Tier, ob festsitzend oder beweglich, ist an einen bestimmten Lebensraum gebunden. Der Rahmen dieser Abhandlung erlaubt nicht, im einzelnen alle Biotope zu schildern. Wir müssen uns darauf beschränken, einige charakteristische Eigentümlichkeiten dieser Fauna hervorzuheben.

Tiergeographisch beobachtet, begegnen wir hier einer gleichen Tatsache wie in der Pflanzenwelt, indem in den obern, höher gelegenen Abschnitten unserer Sihllandschaft Arten auftreten, deren Hauptverbreitungsgebiet in den Alpen liegt. In dem Bergwald der Hohe Ron-Gottschalkenbergkette kann man im Frühling der Balz des Auerhahns lauschen. In bestimmten Jahren wurden Eigelege des Birkhuhns gefunden, während das Haselhuhn als ständiger Gast auftritt. In frühern Jahren erschienen auf den Bergweiden regelmässig die Waldschnepfen, um im Kuhdung die Larven von Fliegen und Mistkäfern zu suchen. Hin und wieder lässt sich auch die Ringamsel blicken, und der Schwarzspecht tritt hier als Brutvogel auf und hinterlässt die Spuren seines Daseins bisweilen in Form einer Spechtschmiede oder in Spechtringen an Fichten. Gegen den Herbst zu macht sich auch der Tannenhäher bemerkbar, und mitten im Winter legt der Fichtenkreuzschnabel in geschützter Wipfelregion der Rottannen sein Nest an. Reh, Fuchs, Dachs, Edelmarder, Iltis, Eichhorn, Haselmaus, Siebenschläfer und Waldmaus sind in diesem Gebiet allgemein verbreitet. Ganz selten kommt es vor, dass sich Gemsen aus den benachbarten Schwyzerbergen hierher verirren, wie letztmals im Juni 1959.

Für den Sihltalbesucher bedeutet es immer eine besondere Freude, wenn es ihm vergönnt ist, das Leben der ans Wasser gebundenen Vogelwelt zu beobachten: das lustige Wippen und Tauchen der Wasseramsel, die ihr Nest mit Vorliebe in den steilen Bergbachschluchten, nahe an Wasserfällen baut (Abb. 13), die Gebirgsstelze, die im Gegensatz zur Wasseramsel immer in kleinen Gruppen die Ufer absucht, der niedliche Zaunkönig und als seltener Gast der Eisvogel. Seit etwa drei Jahrzehnten stellt sich der Fischreiher regelmässig in der Sihlschlucht ein; stillere Auskolkungsbecken werden von Stockenten aufgesucht.

Unter den Geröllen und Blöcken der Sihl hält sich eine ganz eigenartige Tierwelt verborgen, die diesem Lebensraum in wunderbarer Weise angepasst ist. Es handelt sich vorwiegend um Larven von Steinfliegen, Eintagsfliegen, Ibisfliegen, Mücken, Köcherfliegen, Bachkäfern in Gesellschaft von Strudelwürmern, Egeln und Wassermilben. In den kalt stenothermen Bergbächen, deren Wasser einen besonders hohen

Sauerstoffgehalt aufweist, finden wir dann eine ganze Reihe von alpinen Vertretern der soeben genannten Insektengruppen wie *Liponeura*, *Drusus*, *Epeorus*, *Baetis*, ferner die Strudelwürmer *Planaria alpina* und *Polycelis cornuta*. Von besonderem tiergeographischen Interesse ist das Vorkommen des Alpensalamanders, der durch die ganze Sihlschlucht bis hinunter zur Steinmatt zu beobachten ist, allerdings nur bei Regenwetter. An sonnigen Halden ist hier die Bergeidechse heimisch; hin und wieder begegnet man der Ringelnatter. An ganz heissen Sommertagen, aber nur selten, kann man auch einmal auf eine Kreuzotter stossen, die sich auf einem Uferstein sonnt.

Abb. 13. Wasserfall im Mühlebachtobel am Gottschalkenberg mit Nest der Wasseramsel im Moospolster von *Cratoneuron commutatum* (Juli 1938). Photo W. Höhn.

Ohne hier noch auf die besondere Tierwelt der Hochstauden und Moosrasen der Bergwälder, der Bergheiden, der Trockenwiesen, der Felsen näher einzutreten, muss doch noch die Vielgestaltigkeit der Fauna unserer Moore hervorgehoben werden. Der Wanderer, der ein Moor besucht, sieht wohl die Frösche und Molche in den Moortümpeln, die Libellen, die ihn umschwirren, die Bremsen und Fliegen, die ihn belästigen, es bleibt ihm aber gewöhnlich verborgen, wie an jede Pflanzengesellschaft des Moores eine besondere Tiergesellschaft gebunden ist. Und weitaus der grösste Teil dieser Lebewelt ist durch so kleine Tiergestalten vertreten, dass sie mit unbe-

waffnetem Auge kaum wahrgenommen werden können. Man denke nur an die Mikrobiozönosen der Sphagnumrasen. Welche ausserordentliche Bedeutung die Moore für die Erforschung der gesamten Nacheiszeit mittels der Pollenanalyse gewonnen haben, ist allgemein bekannt.

Unser Sihlgebiet ist in den letzten Jahren in steigendem Masse für Dorf- und Stadtbewohner ein Wander- und Erholungsziel geworden. Die Vereinigung «Pro Sihltal» hat in verdankenswerter Weise den Zugang zu demselben zu erleichtern versucht durch Verbesserung und Neuanlagen von Wanderwegen längs der Sihl. Damit ist aber auch die Gefahr verbunden, dass gewisse Kreise unerlaubtes Neuland für Zeltlager, Camping und Weekendhäuschen benützen. Durch die noch weitgehende Unberührtheit vom motorisierten Verkehr, durch die ungezählten stillen Winkel, durch die Romantik seiner Felsschluchten, durch den reichen Wechsel im Relief des Geländes, durch die herrlichen Aussichtspunkte auf dem Berggrat und auf Moränenzügen stellt diese Landschaft einen grossen ideellen Wert dar, der durch die wissenschaftliche Bedeutung noch stark erhöht wird.

Die Schaffung einer Schutzverordnung für das ganze Gebiet würde eine wichtige und wertvolle Ergänzung darstellen zu den schon bestehenden Schutzbestimmungen für die Moorreservate auf dem zürcherischen Moränenplateau. Dahin gehören nämlich.

1. Der Hüttnersee mit der vom Zürcher Regierungsrat festgesetzten Schutzzone.
2. Das im Besitze der Allmendkorporation Richterswil sich befindliche Flachmoor Haslenzopf auf Samstagern.
3. Die Hüttnerschanze, von der Gemeinde Hütten erworben, um diese historische Stätte der Nachwelt zu erhalten.
4. Schutz des Waldhochmoores Waldrain-Spitzenbühl durch den Gemeinderat Schönenberg.
5. Das Moor Hinterbergried, über das eine kantonale Schutzverordnung besteht.
6. Das Spitzenmoos Hirzel, das im November 1959 vom Schweizerischen Naturschutzbund käuflich erworben wurde.
7. Das Krutzelenmoos/Hirzel, das ebenfalls unter kantonaler Schutzverordnung steht.
8. Das Grindelmoos im Horgenberg, das mit dem Moos im Wührenbach von der Gemeinde Horgen angekauft und unter Naturschutz gestellt wurde.
9. Erlass einer Bauordnung und eines Zonenplanes zum Schutze des Landschaftsbildes in der Gemeinde Hirzel 1962.

Der Rheinfall

Von

O. JAAG und H. SUTER

Allgemeines

Ich denke, dass der Rheinfall und seine Umgebung in mancherlei Hinsicht zu jenen Gegenden im Schweizerland gehört, die unbedingt als Ganzes und ungeschmälert erhalten bleiben müssen:

1. In wirtschaftlicher Hinsicht

Noch heute, oder eigentlich immer mehr, ist der Rheinfall ein Anziehungspunkt für Hunderttausende von Besuchern nicht nur aus der Schweiz, sondern praktisch aus aller Welt. Vom Frühjahr bis in den Winter hinein staut sich hier der Strom der Besucher wie kaum sonstwo im Schweizerland. Dies ist von nicht zu unterschätzender wirtschaftlicher Bedeutung nicht nur für das ganze Gebiet um Schaffhausen, sondern auch für die innere Schweiz, da die Touristen den Rheinfall vielfach als ein Teilziel in das Programm ihres Aufenthaltes in der Schweiz einbauen.

2. In naturwissenschaftlicher Hinsicht

a) Geologisch. Nicht umsonst hat der Altmeister der schweizerischen Geologie, Herr Prof. Dr. ALBERT HEIM, sein Leben lang für die ungeschmälerte Erhaltung des Rheinfalls gekämpft. Der Rheinfall stellt wohl das schönste und eindrücklichste Beispiel einer grossen und bedeutungsvollen epigenetischen Flusslauf-Verschiebung in postglazialer Zeit dar, das Jahr für Jahr als das Ziel von Schüler- und Studenten-Exkursionen gewählt wird (vgl. S. 302).

b) Biologisch. Am Rheinfall ist eine sehr charakteristische Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren beheimatet, wie sie in einer solchen Fülle und charakteristischen Ausprägung kaum irgendwo in Mitteleuropa zu finden ist. Am Rheinfall gelangt auf dem vom Strom überfluteten Felsrücken über dem Fall eine Alge zur Entfaltung, die am Rheinfall zum erstenmal beobachtet und beschrieben und seither nur noch an einem weiteren Katarakt in Finnland nachgewiesen werden konnte: *Rhodoplax Schinzii* Schmidle. Eine Reihe von Kleintieren, insbesondere Insektenlarven, repräsentieren am Rheinfall eine charakteristische rheostatische Biozönose von besonders schöner Prägung.

c) Chemisch. In chemischer Hinsicht zeigt der Rheinfall die seltene Erscheinung, dass sauerstoffgesättigtes Wasser durch den Strudel in die Tiefe gerissen wird und von dort (infolge des grossen hydrostatischen Druckes) mit starker Übersättigung wieder an die Oberfläche emporschiesst. OTTO JAAG

Abb. 1. Der Rheinfall, nach Matthäus Merian (1642 erste Aufl., 1654 zweite Aufl.) (zu Seite 300/301).

m Lauffen. Vera Delineatio Catarractarū Rheni ad Lauffen.

n. D. Neuhausen dorff. E. Flürlingen. F. Statt Schaffhausen. G. Wiſen dorff. H. Bencken.

Die speziellen geologischen Verhältnisse

Ein Blick auf eine geologische Karte lässt leicht erkennen, dass der Rheinlauf von Schaffhausen bis Flurlingen im Grenzgebiet von Tafeljura und Molasseland angelegt ist (Abb. 2). In den rheinwärts gelegenen Gebieten von Schaffhausen und Neuhausen, hier besonders im Flussbett oberhalb der Fallstufe, sind die hellen Kalksteine des obern Malms noch anstehend, die mit schwacher Neigung gegen SE unter die Molasseschichten einsinken. Vielfach liegen auf ihrer Oberfläche noch Reste von Bohnerz, dem Verwitterungsprodukt der langen Kontinentalperiode Kreide-Alttertiär, was z. B. auch im Rheinbett oberhalb des Falles bei extremem Niederwasser beobachtet werden kann. Die nächst jüngeren, mitteltertiären Ablagerungen, Sandsteine der Unteren Süsswassermolasse (Chattien), sind gut aufgeschlossen an der Buchhalde gegenüber Neuhausen, die vom Fluss in weitausholendem Bogen bespült wird.

Auf dem aus diesen drei Formationen gebildeten Felskörper liegen auf unregelmässiger Oberfläche verschiedenaltrige Glazialablagerungen, Deckenschotter auf dem Kohlfirst, dem Neuhauser Wald und dem Galgenbuck, vor allem aber Moränen und Schotter der Riss- und Würm-Eiszeit.

Der Rheinfall ist das Werk wechselweiser akkumulierender und erodierender Vorgänge während der Riss- und Würm-Vergletscherung und der Postglazialzeit. Ungefähr von der neuen Brücke in Schaffhausen bis etwas unterhalb der Flurlinger Brücke und vom Rheinfall abwärts bis zur Thurmündung fliesst der Rhein auf Schottern der letzten und vorletzten Eiszeit. Durch Grundwasserbohrungen im Zentrum und westlich der Stadt Schaffhausen sowie an verschiedenen Stellen in Neuhausen konnten diese rinnenartig gelagerten Schotter unter Würm-Moränen ebenfalls nachgewiesen werden. So ergab sich die Möglichkeit, eine zusammenhängende alte Flussrinne festzulegen, die sich ungefähr von der heutigen Fulachmündung zunächst in ost-westlicher Richtung gegen Stockarberg zieht, dann nach scharfem Knick über Urwerf südwärts verläuft bis Flurlingen. Mit schwachem, gegen Süden gewendetem Bogen verläuft sie wieder westlich, um sich beim Rheinfall wieder mit scharfem Knick endgültig südwärts zu wenden (Abb. 1, aus: «Topographia Helvetiae, Rhaetiae, et Valesiae: Das ist / Beschreibung unnd eygentliche Abbildung der vornehmsten Stätte und Plätze in der Hochlöblichen Eydgnossschafft/Graubündten/Wallis/und etlicher zugewandten Orthen: In dieser anderen Edition mit sonderm fleiss durchgangen / und von vorigen Fehlern corrigiert / vermehrt und gebessert. Franckfurt am Mayn / Zum Truck verlegt von denen Merianischen Erben. Im Jahr M DC LIV» (1654), S. 54/55).

Für die Entstehung des Falles waren folgende Ereignisse von massgebender Bedeutung:

Gegen das Ende der Riss-Eiszeit war die genannte enge Felsrinne, die von den vereinigten Schmelzwässern des sich langsam zurückziehenden Bodensee-Lappens des Rheingletschers ausgefurcht worden war, festgelegt. Wahrscheinlich schon am Schluss der Riss-Eiszeit wurde sie mit Schottern teilweise zugeschüttet, zu
würm-Zeit mit mächtigen Grundmoränen und gegen den Schluss
scherung hin auch mit Niederterrassenschotter vollständig einged

ur Zeit, als die Gletscherzungen bei Stein a. Rhein und am Ende des Zellersees den, hatten sich die verschiedenen Schmelzwässer zum heutigen Rheinlauf ersee-Schaffhausen vereinigt. Dieser damals noch geschiebereiche Fluss fand nun Schaffhausen die alte zugeschüttete Riss-Rinne nicht mehr. Er schuf sich südlich elben im Malmkalk eine epigenetische Rinne, die heutige Rheinstrecke von der rthaler Brücke bis zum Knie unterhalb der neuen Brücke. Hier fand er die alte ne wieder, räumte sie im Laufe der Zeit etwas aus, doch nicht so weit, dass es zur Bildung einer Gefällstufe kommen konnte.

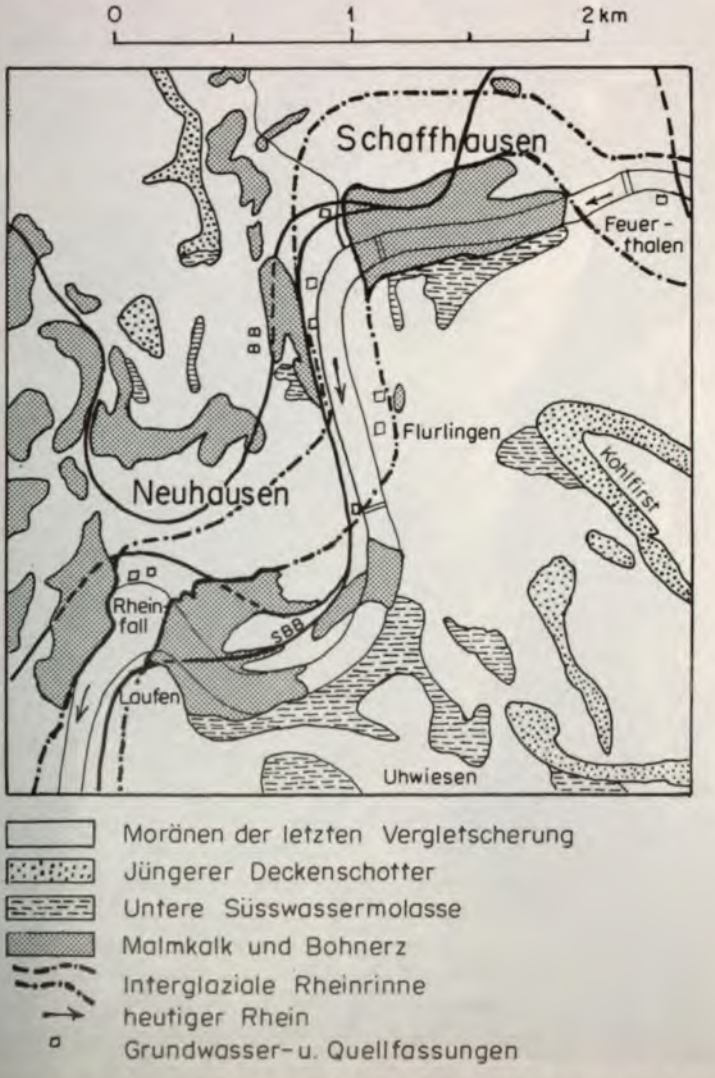


Abb. 2. Geologische Kartenskizze des Rheinfallgebietes (vereinfacht nach J. Hübscher).

Ungefähr an der Stelle der heutigen Flurlinger Brücke verlor er die alte Rinne ieder und schuf sich auf Malmkalk eine in weitem Bogen südwärts gerichtete zweite pigenetische Rinne. Zum zweiten Male fand er die alte Rinne wieder, räumte sie im aufe der späteren Rückzugphasen der Würm- und der frühen Postglazialzeit infolge ückschreitender stärkerer Erosionskraft des unteren Laufes aus, ohne dabei den nterliegenden Molassefels zu erreichen. Weil der Kalkfels dieser zweiten epigenetischen Rinne der Erosion viel mehr Widerstand leistete als Moräne und lockerer chotter, musste an der Begegnungsstelle zunächst eine Stromschnelle, mit der Zeit ne Gefällstufe entstehen; die Wassermassen mussten immer mehr fallartig vom pigenetischen Felsbett in die alte ausgeräumte Rinne stürzen. So wurde die Felsand der alten Tiefrinne zur 25 m hohen Sprungwand des heutigen Falles (Abb. 3).

Der Rheinfall ist somit junger Entstehung; der Steinzeitmensch vom Kesslerloch ah ihn noch nicht. Er ist in der Postglazialzeit angelegt und bis zum Beginn der etztzeit fertig geworden. Er ist stabil; die Stabilität ist bedingt:

urch die geologischen Gegebenheiten, speziell
eil der Rhein seit dem Rückzug des Rheingletschers hinter den Bodensee sehr geschiebearm ist.

Hoffen wir, dass dieses herrliche Naturschauspiel der Nachwelt erhalten bleibt.

H. SUTER

Die Maschwander Allmend

Von

H. SUTER, W. KNOPFLI und W. MERZ

Zur Geologie

Vom geologischen Standpunkt aus gehört die Maschwander Allmend inklusive Rüssspitz und Rözi zu den schützenswerten Landschaften des Reusstales. Neuere geologische Untersuchungen im Amt haben die eiszeitliche Entstehungsgeschichte dieser Landschaft erkennen lassen.

Die Anlage des breiten, mit mittelglazialen bis rezenten Ablagerungen angefüllten Reusstales zwischen Emmen und Mellingen erfolgte in der Hochriss-Eiszeit als gemeinsame seitliche Schmelzwasserrinne des Reuss- und des Linth/Rheingletschers. Anlässlich einer Grundwasserbohrung nordöstlich Cham wurden in 54 m Tiefe mächtige Seetone getroffen, ein Hinweis dafür, dass dieses Tal, ähnlich wie dies im Limmat- und Glattal der Fall ist, in der Riss-Würm-Interglazialzeit von einem lang-

gestreckten See eingenommen wurde. Leider fehlen im Reusstal tiefere Bohrungen, die diese Annahme bestätigen würden.

Wahrscheinlich entstand in der Spätriss-Eiszeit östlich dieser breiten Talfurche, im benachbarten Amt, eine Schmelzwasserrinne, die indirekt, durch eine grössere Zahl von Schottervorkommen von der zürcherisch-zugerischen Grenze südlich Knonau bis Ottenbach, rekonstruiert werden konnte. Sie wurde angelegt durch ein kräftiges Schmelzwasser des sich zurückziehenden Ägerisee-Armes des Muota

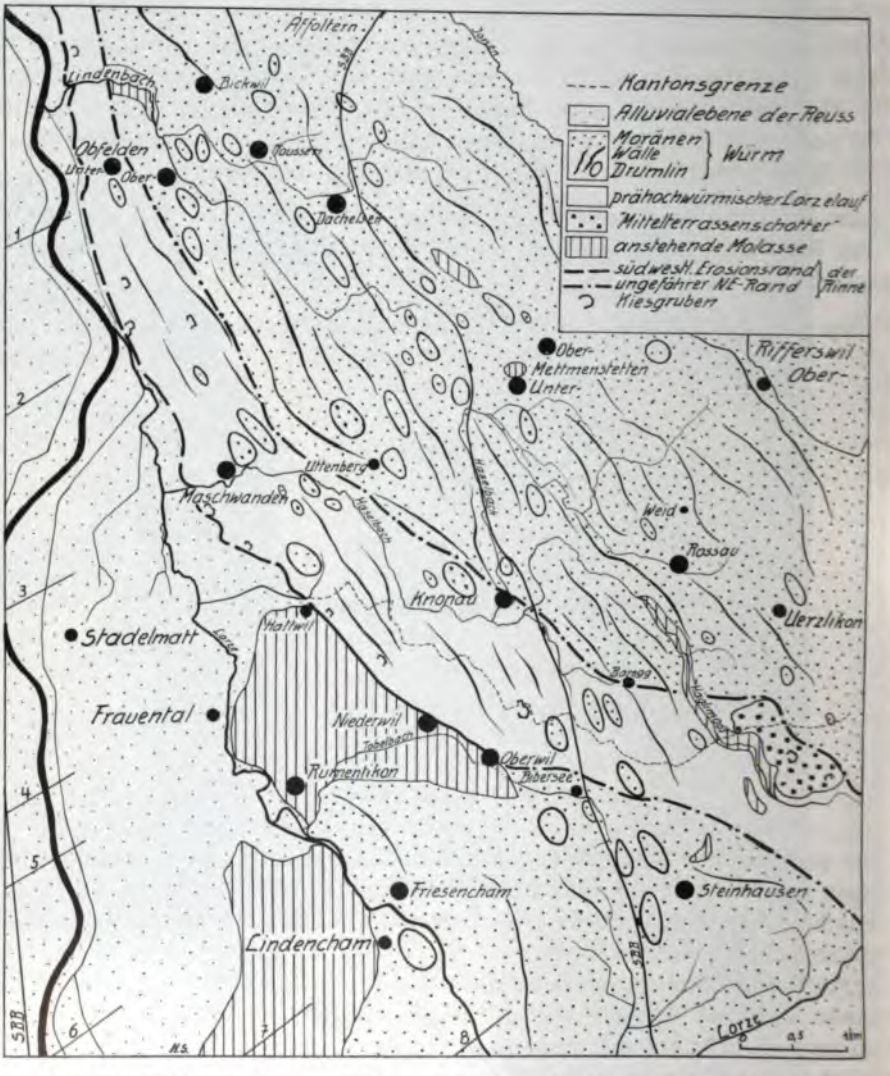


Abb. 1. Geologische Kartenskizze des früheren Lorzelaufs im Knonauer Amt (nach SUTER, H Beitrag zur Diluvialgeologie des Knonauer Amtes, Kanton Zürich. Eclogae geologicae Helvetia Vol. 52, Nr. 2, S. 499—509).

eussgletschers und kann als nördliche Fortsetzung der heutigen engen Lorzeschlucht wischen Neuägeri und dem Höllbach betrachtet werden, die ebenfalls mit zu Nagelluh verkitteten Schottern erfüllt ist. Schon zur Frühwürmzeit wurde diese Rinne auf rer ganzen Länge von den Schmelzwässern des langsam vorrückenden Ägerisee-appens des Muota/Reussgletschers mit den genannten Schottern aufgefüllt.

Während der Hochwürmzeit, d. h. zur Zeit des Maximalstandes von Mellingen nd Wettswil bis zum Rückzug des Eises hinter die Linie Rotkreuz-Steinhausen urde das ganze Gebiet zwischen Lindenberg und Albiskette mit mächtigen Grund- nd ausgeprägten Wallmoränen, im Amt auch von einem Schwarm prächtiger Drumlins überdeckt. Es entstand so eine der schönsten Moränenlandschaften der chweiz. Es gelang den rechtsseitigen Schmelzwässern jedoch nicht, die alte, unter Moränenschutt begrabene Lorzerinne wieder zu finden und auszuräumen; mit dem ukzessiven Rückzug der Gletscherzungen funktionierten als seitliche Schmelzwasserinnen Reppisch, Jonen, Wolser-, Linden- und Haselbach, schliesslich die heutige orze, die sich vom Zugersee an ein neues epigenetisches Bett durch die Molasse chuf (Abb. 1).

Als der Reussgletscher sich bis Rotkreuz zurückgezogen hatte, bestand ein zweiter Reuss-See, der auf weite Strecken mit Rückzugschottern und undurchlässigen Seeonen gefüllt wurde. Dazu gesellten sich, bis in die Postglazialzeit, die Deltaablageungen der mit Moränenschutt befrachteten Wässer der Jonen, des Linden- und des Haselbaches. Die junge, geschiebearme Lorze hingegen vermochte kein Delta aufzuschütten, was zur Folge hatte, dass die durch undurchlässige Seetone bedingte Maschwander Allmend in dem in der Postglazialzeit gewordenen Zustand bis heute erhalten blieb. H. Suter

Zur Biologie

Die Maschwander Allmend wird seit dem Jahre 1926 als Naturschutzgebiet behandelt und ist in ihrem westlichen Hauptteil seit 1947 durch Beschluss des zugerischen Regierungsrates unter staatlichen Schutz gestellt. Sie weist vom frühen Frühjahr an bis in den Herbst hinein wegen ihrer landschaftlichen Schönheit und ihres abwechslungsreichen ornithologischen Charakters einen regen Besuch von Naturfreunden aus der Ost- und Zentralschweiz auf. Landschaftbestimmend für sie sind die prächtige Kopfweidenallee längs der Lorze (Abb. 2), der urwüchsige Mittelwald im Reussspitz und die an ihn anschliessende Streueebene. Diesem abwechslungsreichen Charakter entspricht auch eine reichhaltige Vogelwelt. Man darf ruhig sagen, dass die Maschwander Allmend eines der vogelreichsten Gebiete im schweizerischen Mittelland ist. Besonders hervorzuheben ist der Brachvogel, der in ihrer Besenriedebene eine der letzten Brutstätten in unserem Lande besitzt. Zu den Wanderzeiten ist die Maschwander Allmend eine beliebte Rast- und Nährstätte für durchziehende Kleinvögel, Reiher, Limikolen und Raubvögel. In dem reinen Wasser ihres Binnenkanals ist in den letzten Jahren auch das für die Schweiz so selten gewordene Neunauge festgestellt worden. Dem Reservat Maschwander Allmend ist auf der Zürcherseite der Lorze noch die «Rözi» mit ihren verschilften Altwassern anzugliedern.

Weitere Gebiete, deren Erhaltungswürdigkeit ausser Frage steht, sind die Risi

Abb. 2. Alte Kopfweiden an der Lorze (Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt).

oberhalb Mellingen, der Reuss-Altlauf bei Fischbach und die unter Schutz stehende «Stille Reuss» von Rottenschwil. Grundsätzlich sollte auf der linken Reussseite der Landstreifen zwischen der Reuss und dem alten Hochwasserdamm bzw. dem Binnenkanal (von Rickenbach an) auf der Strecke Rottenschwil-Reussweiden in Höhe Stadelmatt von einer Melioration ausgeschlossen bleiben. Eines völligen Schutzes bedürfen nicht nur aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes, sondern auch zur Reinhaltung des Grundstromes sämtliche den Fluss begleitende Waldungen. Es ist Sache der Naturfreunde, in den vier Reusskantonen die Gebietsstrecken genauer zu bestimmen, die eines Schutzes von mehr als bloss lokalem Interesse würdig sind.

W. Knopfli

Die Flora der Maschwanderallmend

Die Maschwanderallmend, 390 m hoch gelegen, ist eine flache Riedebene von 118 Hektaren im Winkel, wo Reuss und Lorze zusammentreffen. Politisch gehört sie zum Kt. Zug, ist aber seit Jahrhunderten im Besitz der zürcherischen Bauern von Maschwanden.

Durch Gewässerkorrektion und Melioration ist ihr Areal stark eingeschränkt worden; Riedreste liegen aargauerseits bei Schoren-Schachen (vgl. Stauffer, H. U.: Die aargauische Reussebene als Wohngebiet aussterbender Sumpf- und Wasserpflanzen; Ber. des Geobotan. Inst. Rübel, 32. Heft, 1960, S. 245—252), zürcherseits

bei Riedmatten-Hasplen bis Weihermatten. Seit Urzeiten erfolgten periodisch riesige Überschwemmungen, bedingt durch Hochwässer der Reuss, bzw. ihres wilden Nebenflusses, der kleinen Emme. Um ihrer Herr zu werden, erfolgte 1825 eine Konvention zwischen den Kantonen Aarau und Zug über die nötigen Schutzmassnahmen. Die damals bescheidenen Geldmittel erlaubten aber nur ungenügende Bauten. Es kamen deshalb immer wieder Dammbrüche vor, letztmals 1910 und 1912. Mit der Fertigstellung des grossen Reussdammes 1925 war die Gefahr endgültig behoben (vgl. Dr. E. Zumbach: Zugerische Reussverbauung in alter und neuer Zeit; Zuger Nachrichten, Sonntagsbeilage, Nr. 27—36, IV. Jahrg., 1924).

Zum Schutz vor Binnenwässern wurde 1852 der Reusskanal gebaut. Er nimmt südlich Matten den Drälikoner-Bach und das kleine Reussli auf, wird aber vorwiegend durch Grundwasser gespiesen. Sein Lauf geht quer durch die Allmend bis zum Einlauf in die Lorze unterhalb Maschwanden. Im übrigen ist die Allmend von einer Anzahl kleinerer und grösserer Meliorationsgräben durchzogen (Abb. 3).

Die Wässer sind von unterschiedlicher Qualität. Die Reuss ist stark verschmutzt durch Papier, Fäkalien, Öl und andere Abfälle; die Lorze zusätzlich durch massenhafte Industrieabfälle. Die Folge ist ein starker Bewuchs mit *Sphaerotilus*. Im ziemlich raschfliessenden Kanal ist das Wasser klar, in den mehr stagnierenden Gräben stark rostfarben infolge Ausscheidung von Eisenoxyd.

Abb. 3. Ausblick von der Maschwanderbrücke Richtung Reussspitz (Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt).

Von entscheidender Bedeutung ist der Grundwasserspiegel. Er liegt ziemlich hoch, im allgemeinen um 1,0—1,5 m und weist relativ kleine Schwankungen zwischen 0—2 m auf. In den zentralen Partien ist das Grundwasser rein, flussnahe aber von Oberflächenwasser beeinflusst.

Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt im Mittel 1030 mm. Ausserhalb der intensiven Föhnzone liegend, stark den Nord- und Westwinden ausgesetzt, ist das Klima kühler als im Zugerseegebiet. Die Vegetationsperiode setzt erst gegen Ende April ein.

Die geologische Unterlage ist bedeckt von einer 20—80 cm dicken Humusschicht, meist mit lehmigen oder sandigen Beimischungen, nur bei der Maschwanderbrücke mit Torf. Der Humus ist nährstoffreich, von wechselnder Qualität (p_H 6,0—7,0).

Die Maschwanderallmend ist eine Riedlandschaft, welche ihren heutigen Aspekt entscheidend durch menschlichen Einfluss gewonnen hat. Die seit uralten Zeiten regelmässig im Herbst stattfindende Streuemahd hat die weitgehende Verstrauchung und Verwaldung verhindert. Die Verbauung des Reussufers, die Entwässerung durch den Binnenkanal und die Meliorationsgräben haben die natürliche Sukzession von Verlandungs- zu Moliniagesellschaften entschieden beschleunigt.

Die folgenden Entwicklungsstadien sind erkennbar:

1. Wasserpflanzen- und erste Verlandungsgesellschaften.
2. Höhere Verlandungsgesellschaften.
3. Molinion.
4. Übergang ins Mesobrometum.
5. Weggesellschaften.
6. Auenwald.

Ohne Zweifel lassen sich im Detail reichlichere Differenzierungen feststellen, aber die dazu notwendigen Untersuchungen sind, mit ganz wenigen Ausnahmen, noch ausstehend (vgl. Moor, Max: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen; Schw. Anstalt für forstliches Versuchswesen, 1958). Ausserhalb der Vegetationsperiode ist das Bild zwar noch recht monoton. Es dominieren, oft in dichten Beständen, die Moose:

Climacium dendroides
Thuidium Philiberti
Cratoneurum commutatum
Scorpidium scorpioides
Campylium stellatum
Campylium elodes
Acrocladium cuspidatum
Drepanocladus intermedius, ferner
Drepanocladus aduncus
Atrichum undulatum
Mnium affine
Mnium undulatum
Bryum spec.
Ctenidium molluscum
Rhytidiadelphus squarrosus und andere.

Im späten Herbst wird das Bild etwas belebt durch *Colchicum autumnale* und *Leontodon autumnalis*, beide diskret eingestreut; im ersten Frühling durch:

Caltha palustris
Anemone nemorosa
Cardamine pratensis
Viola hirta
Primula elatior
Taraxacum palustre, ssp. *palustre*,

alle an verschiedenen Stellen in geringer Zahl bis reichlich vorkommend.

Ende April beginnt die eigentliche Blüteperiode, und in jahreszeitlicher Folge erfreut das Auge ein bunter Teppich zahlreicher Blütenpflanzen. Vorerst sind es eine Reihe Orchideen, welche das zarte Grün des Carexteppichs beleben:

Orchis Morio
Orchis militaris
Orchis mascula
Orchis incarnata
Orchis Traunsteineri
Orchis maculata
Orchis latifolia
Gymnadenia odoratissima
Gymnadenia conopea
Platanthera bifolia
Epipactis palustris
Listera ovata

Schon in diesem Stadium lassen sich die einzelnen Pflanzengesellschaften in der ersten Bildung erkennen, und auf dem Höhepunkt der jährlichen Entwicklung, im Sommer bis Herbst, zeichnen sie sich scharf ab. Zahlreiche Übergänge verbieten aber eine allzustarke schematische Vereinfachung. Das Eingehen auf alle diese Varianten würde nur die Übersicht erschweren. Als Grundlage für die Darstellung diente mir hauptsächlich die Arbeit von WALO KOCH über die Vegetationseinheiten der Linthebene (Jahrb. d. St. G. Nat. Ges., *61*, 1925). Als Ziel schwebte mir aber nicht vor, die Gültigkeit seiner Feststellungen für das Maschwanderried zu «beweisen», sondern die bestehenden Gesellschaften in grossen Zügen festzustellen und zu vergleichen. Die Verhältnisse sind so verschieden und reichhaltig, dass sich eine sorgfältige qualitative und quantitative Untersuchung rechtfertigen würde.

1. Wasserpflanzen- und erste Verlandungsgesellschaften

Die früher durch den ständig sich ändernden Lauf der Flüsse entstandenen Teiche und Tümpel sind bis auf wenige Reste verschwunden. In ihnen, ferner in und an den Meliorationsgräben und dem Binnenkanal haben sich aber die Arten weitgehend erhalten. Man wird sie indessen nur in wenigen Fällen zu den ursprünglichen Gesellschaften vereinigen dürfen.

Es bestehen noch:

Ein Tümpel reussnahe im südlichen Teil mit

Riccia fluitans
Amblystegium riparium, var. longifolium
Ranunculus Lingua
Cicuta virosa

einige muldenförmige Tümpel bei Rötzi mit

Hydrocharis Morsus-ranae
Equisetum limosum etc.

einige grössere im verwaldeten nördlichsten Reussspitz mit massenhaft

Elodea canadensis
Lemna minor
Potamogeton natans
Potamogeton lucens
Myriophyllum verticillatum
Hippuris vulgaris

Noch viel interessanter sind aber die Gräben, welche durchwegs dicht mit einer reichen Pflanzenschicht gefüllt sind:

Platyhypnidium rusciforme
Sparganium minimum
Alisma Plantago-aquatica
Alisma lanceolatum
Alisma gramineum
Potamogeton natans
Potamogeton natans × *gramineus*
Potamogeton nodosus
Potamogeton lucens
Potamogeton lucens × *gramineus*
Potamogeton gramineus
Potamogeton angustifolius
Potamogeton pusillus
Potamogeton pectinatus
Zanichellia palustris? (einmal von Dr. F. WIDMER angegeben, keine Belege)
Elodea canadensis
Hydrocharis Morsus ranae
Schoenoplectus lacustris
Carex elata
Nymphaea alba
Nuphar luteum
Utricularia neglecta
Myriophyllum verticillatum

Der Binnenkanal ist sehr pflanzenreich. In bunter Abwechslung, bald diskret eingestreut, bald in prächtigen Beständen kommen vor:

Chara foetida
Chara spec.
Fontinalis antipyretica
Sparganium simplex und var. *fluitans*
Potamogeton natans
Potamogeton densus
Schoenoplectus lacustris und var. ***bodanicus***
Schoenoplectus Tabernaemontani
Schoenoplectus Tabernaemontani × *triquetrus* (1879 Dr. C. HEGETSCHWEILER, 1928 E. BAUMANN)
Nymphaea alba
Nuphar luteum
Nasturtium officinale
Sium erectum
Veronica Beccabunga
Veronica officinalis

Die meist ziemlich steile Kanalböschung ist, unter anderem, dicht besetzt mit:

Sparganium erectum
Polygonum amphibium*, f. *terrestre
Polygonum Hydropiper
Polygonum mite
Polygonum Persicaria
Rumex crispus
Epilobium hirsutum
Epilobium parviflorum
Epilobium roseum
Mentha aquatica
Scrophularia alata,

Arten, die schon dem Glycerieto-Sparganietum zuzurechnen sind.

Reuss und Lorze enthalten einige Wasserpflanzen.

2. Höhere Verlandungsgesellschaften

Besonders zürcherseits, aber auch auf Zugerboden unterhalb der Maschwanderbrücke ist das flache Lorzeufer (Abb. 4), meist überschwemmt von Grund- und Oberflächenwasser, besetzt mit ausgedehnten, fast reinen, äusserst dichten, bis 2 m hohen Beständen von:

.orze als Grenzfluss zwischen den Kantonen Zug und Zürich unterhalb der Maschwander brücke (Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt).

ites communis und stellenweise	*Schoenoplectus lacustris*
arundinacea;	*Typha latifolia*
und da:	(Scirpeto-Phragmitetum)
ium erectum	

wärts der Lorze, von der Maschwanderbrücke abwärts bis zur Einmündung henkanals und etwas weiter, in unterschiedlicher Breite, findet sich ein ausge Caricetum elatae mit wuchtiger Bültenbildung. An wenigen Stellen lieg n den Bülten nackter Boden. Meist ist er stark moosbewachsen, auf grosse durchsetzt mit:

ites communis	*Phalaris arundinacea*

finden sich:

ustris	*Peucedanum palustre*
arundinacea	*Mentha verticillata*
ris austriaca	*Scutellaria galericulata*
racilis	*Galium Mollugo*
aradoxa	*Galium palustre*
cutiformis	*Valeriana officinalis*
udacorus	*Senecio paludosus*

Carex echinata	*Car*
Carex canescens	*Men*
Carex Buxbaumii	*Com*
Carex fusca	*Lysi*
Carex filiformis	

3. Molinion

Reusswärts anschliessend, in unterschiedlich Molinion einen grossen Raum. Molinietum ca caricet. paniceae, Mol. caricet. tomento Auge wird das Bild beherrscht von 2 Charaktera prächtigen Felder von *Iris sibirica* auf, später die braun werdenden Bestände von *Molinia coerulea.*

Stets kommen vor:

Selinum Carvifolia	*Pulica*
Inula salicina	*Serrati*
Gentiana Pneumonanthe	*Lysim*
Sanguisorba officinalis	

Neben schon genannten Arten kommen vor:

Anthoxantum odoratum	*Carex*
Agrostis alba	*Carex*
Calamagrostis varia	*Carex*
Briza media	*Carex*
Festuca rubra	*Carex*

effusus	*Silaum Silaus*
subnodulosus s.	*Daucus Carota*
alpinus	*Gentiana asclepiadea*
articulatus	*Stachys paluster*
acutiflorus s.	*Stachys officinalis*
a calyculata	*Mentha aquatica*
Flos-cuculi	*Mentha longifolia*
ulus Flammula	*Symphytum officinale*
ulus nemorosus	*Euphrasia Rostkoviana*
ulus Steveni	*Euphrasia montana*
lla erecta	*Rhinanthus minor*
m montanum	*Rhinanthus glaber*
m pratense	*Pedicularis palustris*
orniculatus	*Galium uliginosum*
racca	*Galium Mollugo*
s pratensis	*Valeriana dioeca*
catharticum	*Succisa pratensis*
a amarella	*Scabiosa columbaria*
um Desetangsii	*Cirsium oleraceum*
n Salicaria	*Centaurea Jacea*
a silvestris	*Hieracium umbellatum*

erschiedenen Stellen, besonders schön bei Lindengiessen ist das Filipendulo-ietum erkennbar mit:

m palustre	*Campanula Trachelium*, dazu
um Desetangsii	*Phragmites communis*
paluster	*Trifolium medium*
a graminea	*Pimpinella magna*
um arvense	*Stachys officinalis*
ulus sepium	*Rhinanthus Alectorolophus* u. a.

4. Übergang ins Mesobrometum

und dort finden sich Übergänge ins Mesobrometum. Neben Arten, die schon trockeneren Partien des Molinion vorkommen, sind zu erwähnen:

erectus	*Medicago lupulina*
caryophyllea	*Medicago sativa*
spinosa	*Hypericum perforatum*
m dubium	*Origanum vulgare*
rium umbellatum	*Campanula Rapunculus*
pratensis	*Chrysanthemum Leucanthemum*
Serpyllum, dann	*Senecio Jacobaea*
podium pinnatum	*Senecio erucifolius*
pratense	

5. Weggesellschaften

Eine eigene Physiognomie zeigen die Weggesellschaften. Die Allmend ist von einer Reihe von Feldwegen durchzogen, welche nur wenig begangen oder durch Pferdefuhrwerke (in neuerer Zeit leider auch durch schwere Traktoren) befahren werden. Sie sind deshalb stark bewachsen und beherbergen eine ganz eigene Pflanzengesellschaft (Abb. 5). Die folgenden Arten, zumeist dem Nanocyperion flavescentis angehörend, sind vertreten:

Cyperus fuscus
Cyperus flavescens
Carex hirta
Juncus compressus
Juncus bufonius
Juncus inflexus
Potentilla reptans
Potentilla Anserina
Trifolium fragiferum s.
Centunculus minimus s. s.
Centaurium pulchellum s. s.
Gnaphalium uliginosum, dazu
Agrostis alba, var. *stolonifera*
Poa annua
Poa supina
Carex diversicolor
Juncus articulatus
Ranunculus repens
Trifolium repens
Prunella vulgaris
Plantago major
Leontodon autumnalis

Die verbauten Reussufer weisen keine charakteristischen Gesellschaften auf. Die Dämme sind bewachsen mit Arten aus dem Mesobrometum und aus den Fettwiesen. Längs dem Ufer gedeiht ein schmaler Strauchgürtel. Erwähnenswerte Kräuter sind:

Calamagrostis Epigeios
Calamagrostis Pseudophragmites
Glyceria maxima
Erigeron ramosus
Erigeron annuus
Erigeron acer
Solidago canadensis
Solidago gigantea, var. *serotina*

6. Auenwald

Im Nordzipfel des Reussspitzes liegt ein kleiner Auenwald mit einem wirren Dickicht von Unterholz. Er ist aber durch Einpflanzungen und gestörten Grundwasserhaushalt beeinflusst. Die Kraut- und Moosschicht ist unbedeutend, hie und da kleine Flächen von *Equisetum hiemale*, da und dort *Agropyron caninum*. Der Artenreichtum ist bedeutend:

Salix alba
Salix incana
Salix purpurea
Salix cinerea
Salix caprea
Salix nigricans
Salix triandra
Alnus incana
Alnus rotundifolia
Populus tremula
Populus alba
Carpinus Betulus
Quercus Robur
Prunus avium
Ulmus scabra
Fraxinus excelsior
Corylus Avellana
Crataegus oxyacantha
Crataegus monogyna
Prunus Padus

Abb. 5. Eichengruppe mit Blick auf die Maschwander Allmend (Photo M. Weiss, Kantonales Hochbauamt).

Lorzeseits, zwischen Wäldchen und Maschwand
lich dichte, meist lockere Strauchschicht entwick
Rand der Lorze ist sie vertreten durch eine Reihe u
Strünken. Die ausgeschlagenen Weidenruten werd
werblich verwertet. Die Strünke sind auf grossen
und Gelegenheits-Epiphyten:

Anomodon viticulosus	*Leucodon sciuroides*
Homalothecium sericeum	*Neckera complanata*
Hypnum cupressiforme	*Brachythecium rutabulu*
Mnium undulatum	*Eurhynchium striatum*
Mnium affine	*Metzgeria furcata*
Ulota crispula	

In ihrem Schutze gedeihen üppig:

Ranunculus Ficara	*Anemone ranunculoides*
Anemone nemorosa	*Cardamine amara*

Die intensive Bewirtschaftung der Umgebung hat
gesellschaftsfremder Arten geführt, etwa 50. Sie stör

Die Erhaltung dieser einzig schönen Landschaft is
ten Reussmeliorationen würden den Grundwasserhau
Gutachten Dr. E. STRASSER: Entwässerung der Reu
1957). Die Streue, einst geschätzt und verkauft bis
weniger gefragt. Schon jetzt werden einzelne Schilf
gemäht. Anderseits ist Kulturland bitter nötig

Das Lägerngebiet

Von

H. SUTER und K. SUTER

Im folgenden wird dargelegt, dass die Lägernkette, wenigstens im Abschnitt Hochwacht bis Baden, samt der Halbklus von Ober-Ehrendingen mit den daselbst befindlichen Gipsgruben in wissenschaftlicher Hinsicht ein Objekt von nationalem Interesse ist und gegen Eingriffe des Menschen geschützt zu werden verdient. Das vorgeschlagene Gebiet, das unbedingt als schutzwürdig erklärt werden sollte, ist auf Abb. 1 eingetragen. Es gehört ins Hoheitsgebiet der Kantone Aargau und Zürich.

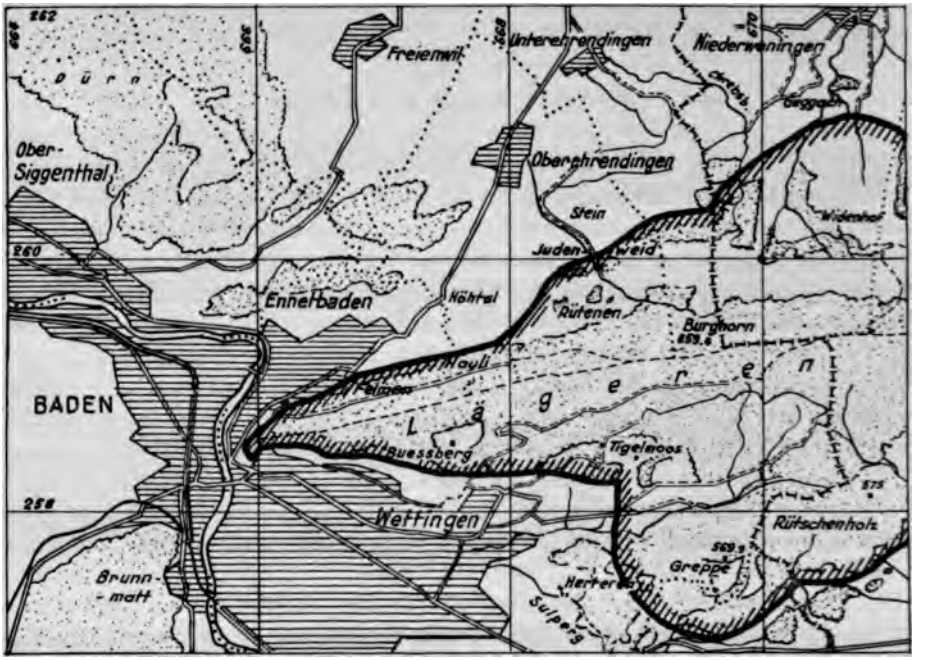
Die Lägernkette zwischen Dielsdorf und Baden bildet den östlichsten Ausläufer des Kettenjura. Sie war immer und ist heute noch ein klassisches Gebiet der Juageologie, in stratigraphischer wie auch in tektonischer Hinsicht.

Die Lägern besteht zur Hauptsache aus mesozoischen Gesteinen der Trias- und Juraformation. Sedimente der Kreideformation fehlen, denn solche sind im ganzen Ostjura nicht abgelagert worden. Hingegen nehmen am Aufbau auch Gesteine des Tertiärs teil.

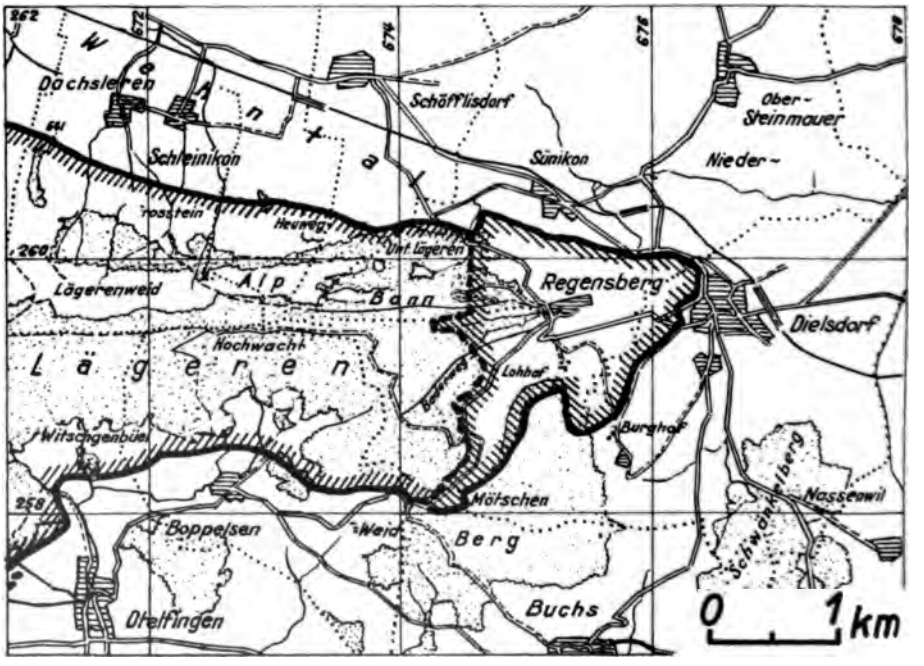
Die Trias, im besonderen der dieser Formation angehörende Keuper, ist durch Sandsteine, Dolomite, vor allem aber durch dunkle und buntfarbige Mergel und Gipsgesteine vertreten, unzweideutigen Ablagerungen eines einst langsam austrocknenden Meeres, das damals unsere Gegend bedeckte. Der Gips ist, wie die prachtvollen Aufschlüsse in der Gipsgrube von Ehrendingen zeigen, als dichter, weisser bis rötlicher Alabaster ausgebildet, mit Kluftausfüllungen von weissem, stark seidenglänzendem Fasergips. Ganz reiner Alabaster wurde früher in Zürich zu allerlei Schmuckstücken verarbeitet. Den Gips, der hier während 2½ Jahrhunderten abgebaut wurde, verwendete man vor allem als Düngemittel zur Verbesserung des Ackerbodens. Der Abbau ist heute fast ganz eingestellt. Die Keuperformation stellt das tiefste noch aufgeschlossene Schichtglied der Lägern dar.

Über dem Keuper folgen die Schichten der Juraformation: von unten nach oben die Ablagerungen Lias, Dogger und Malm. Während der Lias nur wenig mächtig, in Form von Mergeln und Sandkalken ausgebildet ist, nehmen Dogger und Malm grosse Flächen ein. Es handelt sich dabei um marine Mergel und Kalke. Die hellen Malmkalke bilden im besonderen den die ganze Gegend überragenden Berggrat mit den bekannten Aussichtspunkten Hochwacht, Burgruine, Burghorn (859 m) und Gugel. Auch das Ostende der Kette, von Regensberg bis Dielsdorf, besteht ausschliesslich aus Malmkalken. In den Schichten der Juraformation findet man häufig Versteinerungen: Ammoniten, Muscheln, Schnecken, seltener Schwämme. Die Kalksteine eignen sich als Baumaterial und werden heute in grossen Steinbrüchen bei Dielsdorf intensiv abgebaut. Die obern Malmkalke enthalten bis faustgrosse Feuersteinknollen, sogenannte Kieselkonkretionen, wie sie in verschiedenen Kalksteinen vorkommen können. Aus diesem Material stellten die Steinzeitmenschen ihre Werkzeuge her.

West-Teil



Ost-Teil



An die Stelle der fehlenden Kreideschichten treten die Ablagerungen der Bohnerzformation (Siderolith), vorwiegend braune Tone in Spalten und Klüften der Malmschichten. Es ist dies ein festländisches Rückstandsediment. Gelegentlich treten in diesen «Taschen» auch Bohnerzkügelchen auf und in neuester Zeit wurden bei Boppelsen auch Glassande entdeckt.

Das Gebiet zwischen Lägerngrat und Furttal besteht aus tertiären Molasseschichten. Den eigentlichen Lägernfuss bilden die vorwiegend mergeligen, oft buntfarbigen, leider stark von Moränen und Gehängeschutt bedeckten Schichten der Unteren Süsswassermolasse. Südlich anschliessend folgt die Obere Meeresmolasse, die vom Nordhang des Schwänkelberges gegen Boppelsen zieht und fast das ganze Gebiet zwischen Otelfingen, Würenlos und dem Sulzberg bei Wettingen einnimmt, mit dem widerstandsfähigen Muschelsandstein, der in dem schon von den Römern betriebenen Steinbruch von Würenlos intensiv abgebaut wird. Es handelt sich um einen Sandstein mit reichlich zertrümmerten Schalen verschiedenster Meerestiere. Oft findet man darin gut erhaltene Haifischzähne.

Die Lägernkette, wie das ganze Juragebirge ist durch horizontalen Zusammenschub eines Erdrindenstreifens gegen das Ende der Tertiärzeit entstanden. Bei diesem Vorgang wurden mächtige Gesteinsschichten zu einem Faltengewölbe (Antiklinale) emporgepresst. Unter einem Winkel von 50—60° steigt sein Südschenkel aus dem Furttal auf und bildet als Isoklinalkamm zwischen Schartenfels und Hochwacht den Lägerngrat, den reizvollen, vielbegangenen und einzigartigen Kletterpfad im Kanton Aargau, wo das Schichtstreichen und -fallen ausgezeichnet beobachtet werden kann. Bei der späteren Entstehung des Furttales, besonders während der Eiszeit, fielen die weicheren Gesteine der Molasse, die längs der Kette die Faltung noch mitmachten, der Ausräumungsarbeit des Eises und des Wassers zum Opfer; dadurch wurde ein Teil der steilstehenden Malmkalke ihrer Stütze beraubt. Grosse Partien verloren ihren Halt und glitten auf mergeliger Unterlage als Gleitfläche in die Tiefe. Als Schutt- und Bergsturzmassen umhüllen sie heute den Südfuss der Kette, ganz besonders im Abschnitt des Buessberges.

Besonders eindrücklich ist der Abfall des Lägerngrates auf der Seite gegen das Wehntal. Verwitterung, vor allem aber Eis- und Wassererosion haben die schon anlässlich der Faltung aufgebrochene Scheitelpartie des Gewölbes nachträglich noch weitgehend zerstört und abgetragen. Dies hatte auch zur Folge, dass vom Nordschenkel der Antiklinale heute nur noch vereinzelte Partien, wie der Steinbuck und der Geissberg landschaftlich in Erscheinung treten. So bildet der Geissberg bei Baden einen zum Lägerngrat parallel streichenden, durch die Senke von Höhtal isolierten Höhenzug. Hier und am Steinbuck, wie längs des ganzen Nordschenkels stehen die Gesteinsschichten teils senkrecht, teils nach Norden überkippt, sie sind

---

Abb. 1. Die Lägern gemäss Landeskarte der Schweiz 1 : 50000, Blatt 215 Baden. Auf der Liste der zu erhaltenden Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung ist das umrandete Gebiet als schützenswert erklärt worden. Es enthält Teile des Kantons Aargau (der Gemeinden Baden, Wettingen, Unter- und Oberehrendingen) und des Kantons Zürich (der Gemeinden Otelfingen, Boppelsen, Regensberg, Dielsdorf, Steinmaur, Schöfflisdorf, Oberweningen, Niederweningen und Schleinikon).

die im letzten Jahrhundert entstandene Zementfab
steine, in einem andern die Zementmergel abbaute.

Diese Ehrendinger Halbklus, wie die Ni
Zugang zum Kern des Faltengewölbes, zu den G
die Anlage der Gipsgruben wurden zwei hervorrage
sen (Abb. 2). Das eine dieser Doppelfalte ist glü
erhalten, das andere ist leider teilweise abgetragen.
schönsten Beispiele im ganzen Juragebirge zur

ursprünglich horizontal gelagerte, harte und weiche Gesteinsschichten durch Druck und seitlichen Zusammenschub der Erdrinde zu Gewölben und Mulden verbogen wurden. So sehr die Erschliessung dieser schönen Doppelfalte dem einstigen Gipsabbau zu verdanken ist, ihre Erhaltung war nur möglich durch die noch rechtzeitig erfolgte Einstellung des Abbaues. Die Gipsgruben von Ehrendingen verdienen in besonderem Masse geschützt zu werden, denn nicht nur für den Geologen und Geographen, sondern für jeden Naturfreund wird ihr Besuch zu einem Erlebnis.

Das Lägerngewölbe wird in der Klus von Baden tief durchbrochen, was mit Veranlassung gab zur Bildung der Thermalquellen. Beim Südeingang derselben ziehen die Kalkschichten der Gratpartie bis zur Limmat hinunter. Sie bildeten noch im vorigen Jahrhundert beim Kluseneingang einen imponierenden Felskopf, den sogenannten Lägernkopf. Leider ist diese Felskanzel am Ende des 19. Jahrhunderts der Spekulationssucht eines Bauunternehmers und dem Unverstand der Behörden zum Opfer gefallen, weil an ihrem Fusse ein Steinbruch eröffnet wurde. Da durch den technisch verfehlten Steinbruchbetrieb den höheren Kalkbänken der Halt entzogen wurde, rutschten sie am 26. Juni 1899 auf mergeliger Gleitfläche ab; der imponierende Felsklotz war damit zerstört.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Die Lägernkette bietet im Westen und Osten ausgezeichnete Einblicke in eine der interessantesten und wichtigsten Phasen erdgeschichtlichen Geschehens unserer Heimat, in die Entstehung des Juragebirges. Einmal ist in ihr die ganze Serie der Sedimentgesteine von der Trias bis zum Tertiär aufgeschlossen, sodann lässt sich auch aufs schönste der jurassische Gebirgsbau, die Faltentektonik, erkennen. Deshalb wird dieses ausgezeichnete Lehrgebiet von den Hochschulen, der Universität und der ETH, Zürich, mit den Studierenden der Geologie und Geographie jedes Jahr begangen. Auch zahlreiche Lehrer der aargauischen und zürcherischen Mittelschulen suchen es auf Exkursionen mit ihren Klassen auf, ferner viele Bezirks- und Sekundarschulen auf Lehrausflügen.

Es wäre vom naturwissenschaftlichen, wie auch vom Standpunkte des Landschaftsschutzes aus sehr erfreulich, wenn der Lägerngrat von Baden bis zur Hochwacht und dessen Süd- und Nordabdachung, inklusive das ganze Gebiet der Gipsgruben von Ehrendingen zum Naturschutzgebiet erklärt werden könnte.

Benützte Literatur

H. Suter und R. Hantke: Geologie des Kantons Zürich. 1962. Verlag Leemann AG, Zürich.

H. Suter: Lägern. Aus: Geologische Exkursionen in der Umgebung von Zürich. Herausgegeben von der Geologischen Gesellschaft Zürich, 1946.

G. Senftleben: Beiträge zur geologischen Erkenntnis der Westlägern und ihrer Umgebung. 1923. Diss. Univ. Zürich.

Nekrologe

Carl Adolf Burckhardt-Zwicky

1873–1961

!6. November 1961 ist in seinem Heim in Zürich C. A. BURCKHARDT-ZWICKY, Seniorchef :nzwirnerei, Färberei und Nähseidenfabrik ZWICKY & Co., Wallisellen, im 89. Lebensjahr schlafen. Bis ins hohe Alter vielseitig interessiert, zählte er zu den fleissigen Besuchern der unserer Gesellschaft, meist zusammen mit seiner Gattin; für manchen Studenten bedeutete tätige Haus BURCKHARDT nicht nur den Ort gastfreier Aufnahme, sondern auch den Hort)rgenseins.

ihre 1873 in Wehr (bei Basel) als Sohn eines Textilindustriellen geboren, durchlief C. A. \RDT die Schulen in Freiburg im Breisgau und Basel, wo er nach der Matura eine Lehre in iappe-Spinnerei absolvierte, um sich in den folgenden Jahren in Italien und der Schweiz :idenspinnerei, -zwirnerei und -weberei auszubilden. Hierauf besuchte er die Seidenweb- Lyon und betätigte sich anschliessend als Seidenhändler und Vertreter einer Hamburger 'ma für chinesische Seiden, für die er in den Jahren 1899 bis 1901 als Seideninspektor in veilte. Eine Schussverletzung während des Boxer-Aufstandes zwang ihn zu einem Kurauf- ı Japan, worauf er über die USA – wo er einen längeren Besuch bei seinem dort als Arzt Bruder einschaltete – wieder in die Schweiz zurückkehrte.

übernahm er die Seidenzwirnerei BEDER-KERN & Co., mit Betrieben in Zürich und Volkets- spezialisierte sich in der Folge stark auf die Herstellung chirurgischer Nähseiden. Bald er seiner Unternehmung eine Zwirnerei in Gorgonzola (Italien) an.

verheiratete er sich mit MARTHA ZWICKY. Dieser Ehe entsprossen drei Töchter und ein Sohn. trat er in das schwiegerväterliche Geschäft F. ZWICKY, Wallisellen, und 1918 wurde er zu- mit seinem Schwager E. ZWICKY Teilhaber in der Firma ZWICKY & Co. Dank seiner Initia- iterte sich das ausländische Geschäft sehr stark, und als es infolge der hohen Zölle nicht mehr war, die inzwischen eroberten Märkte von der Schweiz aus zu beliefern, entstanden – neben ts früher gegründeten Filialen in Frankreich und Wien – weitere Niederlassungen in anderen :hen Ländern. Die Überwachung dieser Filialen und die Betreuung der grossen Kundschaft hn oft ins Ausland, von wo er immer wieder mit neuen Ideen zurückkehrte, um sie hier in ımzusetzen. Nach dem Tod seines Schwiegervaters F. ZWICKY übernahm er im Jahre 1941 :n mit seinem Schwager E. ZWICKY die oberste Leitung der Firma, der er sich mit nie erlah- Interesse und grossem Geschick bis in sein hohes Alter widmete. Dem in- und ausländischen gegenüber war er stets ein gütiger und verständnisvoller Chef.

n seiner mannigfaltigen geschäftlichen Tätigkeit pflegte er gerne gesellschaftliche Kontakte iedenen Vereinen und Klubs. Noch anfangs Oktober des vergangenen Jahres hatte er mit ler Taufe eines Enkels beigewohnt. Acht Wochen später schloss ihm ein sanfter Tod die ir immer. Ein erfülltes Leben hat damit seinen Abschluss gefunden.

E. A. THOMAS

stich. Die Betonung liegt auf dem Wort gekrümmt, denn schwieriger abzustecken als einer mit gerader Achse, wie de aufweisen. Beim Durchschlag, im Jahre 1910, zeigte das Er sein Können gesetzten Erwartungen glänzend erfüllt hat.

Schon zwei Jahre vorher war C. F. BAESCHLIN, kaum 28 lichen Professor für Geodäsie und Topographie an der Eid in Zürich gewählt worden. In dieser Stellung wirkte er als L vier Dezennien. Mehrere Male wählten ihn die Kollegen der während der Jahre 1935 bis 1939 amtete er als Rektor.

Wer die Vorlesungen Prof. BAESCHLINS besuchte, wird nic voller, begeisterter Dozent er war. Geodäsie war nicht nur se angelegenheit. Einer ganzen Generation von Ingenieuren und ihrem praktischen und theoretischen Rüstzeug.

In der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre einigten sich d der Türkei, die strittige Grenze zwischen der Türkei und dem I zu lassen. Sie kamen überein, als Präsidenten dieser Kommis Der Bundesrat wählte C. F. BAESCHLIN. Die Feldarbeiten an Or durchgeführt. Die bereinigte Grenze ist von beiden Ländern a ein Beweis dafür, dass der leitende und entscheidende Präsident heit, sondern auch mit diplomatischem Geschick die schwierige

Die Arbeiten, die im Zusammenhang mit der internationa obliegen in unserem Lande der Schweizerischen Geodätischer schaften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. W LIN ihr Mitglied, von 1932 bis 1958 ihr Präsident. Als leitend Hingabe für das Wirken der Geodätischen Kommission einge wissenschaftlichen Zusammenarbeit leistete er grosse Dienste. E als die Internationale Assoziation für Geodäsie C. F. BAESCHL ersten Vizepräsidenten und für die Jahre 1951 bis 1954 zu ihrer zeichnete ihn die Technische Hochschule Berlin und im Jahre 1 in Wien mit der Verleihung des Ehrendoktors aus. Zum korre Jahre 1954 von der Bayrischen Akademie der Wissenschafte Vermessungswesen überreicht

Mit Staunen vernimmt man, dass C. F. BAESCHLIN, neben dem vollen Einsatz für die Wissenschaft, auch noch Zeit fand, sich politisch zu betätigen, sich mit Landes- und Gemeindeaufgaben abzugeben. Von seiner militärischen Laufbahn sei einzig deren Höhepunkt erwähnt, die Ernennung zum Kommandanten der Gruppe Glärnisch, einer im zweiten Weltkrieg gebildeten Heereseinheit.

Wer vom Fach ist und wer am Wirken C. F. BAESCHLINS persönlich teilnahm, der weiss, dass hier nur mit unvollkommenen Strichen versucht wurde, das Lebensbild des bedeutendsten schweizerischen Geodäten zu skizzieren – ein Lebensbild, das vom Zusammentreffen einer grossen Liebe zur Geodäsie, eines starken wissenschaftlich-schöpferischen Gestaltens und eines ungewöhnlich tatkräftigen Daseins zeugt.

E. HUNZIKER

Emil Giger

1885–1962

Am 16. Januar 1962 starb an den Folgen eines Verkehrsunfalls Dr. EMIL GIGER, weiland Professor für Biologie an der Töchterschule der Stadt Zürich. EMIL GIGER wurde am 17. Februar 1885 in Appenzell geboren, besuchte später die Schulen in der Stadt St. Gallen und immatrikulierte sich nach der im Herbst 1903 an der technischen Abteilung der Kantonsschule St. Gallen bestandenen Maturität an der Abteilung für Fachlehrer der Naturwissenschaften an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. 1906 erwarb er sich das Schlussdiplom in den Fächern Botanik, Zoologie und Geographie. Während 5 Jahren wirkte er dann als Assistent an dem von Prof. PAUL JACCARD geleiteten pflanzenphysiologischen Institut. Während dieser Zeit verfasste er seine monographische Studie über *Linnaea borealis*, deren Schwergewicht auf dem Studien der Anatomie der Pflanze liegt.

Nach Abschluss der Assistentenzeit und der 1911 erfolgten Promotion zum Doktor der Naturwissenschaften, betrat GIGER die pädagogische Laufbahn, zuerst an der Bezirksschule Zurzach, von 1916 als Hilfslehrer und von 1918 an als vollamtlicher Professor für Biologie und Warenkunde an der Töchterschule Zürich. Das letzte Fach gab er auf, als sich seine Unterrichtsverpflichtung auf Gymnasium und Lehrerinnenseminar beschränkte.

EMIL GIGER war ein anspruchsvoller aber auch gütiger Lehrer, der von seinen Schülerinnen, nicht weniger aber auch von sich selbst peinlichste Sorgfalt und kompromisslose Erfüllung gestellter Aufgaben und übernommener Pflichten verlangte. Hatte er eine Sache für richtig erkannt, so kämpfte er für sie gegen alle Widerstände, von welcher Seite sie auch kommen mochten. Wegen seiner menschlichen Haltung und seiner Pflichttreue war EMIL GIGER bei Schülerinnen, Kollegen und Behörden eine angesehene Persönlichkeit.

1918 trat der Verstorbene der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich bei und war ein treuer Besucher aller Veranstaltungen der Gesellschaft. Nur selten fehlte er an deren Sitzungen, wo er lebendigen Anteil an Vorträgen und Diskussionen nahm.

H. JENNY

Ernst Völlm

1898–1962

Am 24. Januar 1962 ist Herr Dr. ERNST VÖLLM, Tit.-Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule und Professor der Kantonalen Handelsschule, unerwartet an einem Herzleiden, in seinem 64. Altersjahr verschieden.

Der Verstorbene verbrachte seine Jugendzeit in Sonvilier und Amriswil, als Sohn einer bescheidenen Handwerkerfamilie. Nach Ausbildung zum Primarlehrer in Kreuzlingen absolvierte er als sehr begabter Student die Abteilung für Mathematik und Physik an der ETH und schloss das Studium ab mit der Erwerbung der Doktorwürde über ein Thema aus der Theorie der FOURIERschen und LAPLACEschen Reihen. Es war in den zwanziger Jahren selbst für sehr tüchtige Mathematiker schwierig, eine Stellung zu finden. ERNST VÖLLM arbeitete vorerst bei einer Lebensversicherungs-Gesell-

schaft, nachher beim städtischen statistischen Amt in Zürich, um schliesslich als Assistent für Darstellende Geometrie in französischer Sprache, an die ETH zurückzukehren. In dieser Zeit habilitierte er sich für Nomographie – im Jahre 1934 erfolgte seine Wahl als Hauptlehrer für Mathematik an die Kantonale Handelsschule Zürich.

Der Verstorbene war ein ausgezeichneter Lehrer, klar und klug, gerecht und witzig, Eigenschaften, die den beliebten Lehrer kennzeichnen. Als Privatdozent an der ETH und später Tit.-Professor hatte er einen Lehrauftrag über Nomographie. Sein Unterricht war stets gut besucht; einige Studierende wählten das Fach sogar als Diplom-Wahlfach. Der Verstorbene beschäftigte sich mit der Nomographie als einem Zweig der angewandten Mathematik, als dieselbe noch nicht grosse Mode war und im Gegenteil als Nebengeleise betrachtet wurde. ERNST VÖLLM war ein eigentlicher Künstler im Entwerfen von Nomogrammen – verschiedene seiner Konstruktionen haben starke Beachtung in der Praxis gefunden.

Wegen seiner Schultätigkeit und Übernahme anderer Verpflichtungen, wie Schulpräsident von Zollikon usw., hat er leider seine publizistische Tätigkeit in der Mathematik frühzeitig abgebrochen, was angesichts seiner Begabung bedauert werden muss. Hingegen verfasste er eine Reihe ausgezeichneter Leitfäden für den Unterricht in Mathematik an Handelsschulen. Er war überhaupt als Lehrer an der Kantonalen Handelsschule von Zürich bei Behörden, Kollegen und Schülern hoch geschätzt und beliebt, und dies mit vollem Recht.

Leider waren seine letzten Jahre durch schwere Krankheiten verdüstert, was sich auch in seinem Gemütsleben auswirkte – er, dem die Schönheiten der Kunst und der Natur – als Jäger – sehr viel bedeuteten. Auch die Organisationen der Jäger haben sich seine kräftige Mithilfe durch Übertragung verschiedener Ämter gesichert, z.B. amtete er auch als Examinator bei den kantonalen Jägerprüfungen.

In vielen gemeinsamen Spaziergängen mit ihm erlebte ich seine unbedingte Sauberkeit, seine Klarheit des Denkens, seinen Gerechtigkeitssinn, seine absolute Gewissenhaftigkeit und Pflichttreue, seinen Sinn für Kunst und insbesondere für Musik, und nicht zuletzt auch seinen Humor. Diese schönen menschlichen Eigenschaften sorgen dafür, dass alle, welche das Glück hatten, mit ERNST VÖLLM in näheren Kontakt zu kommen, ihn nicht vergessen werden.

Publikationen von ERNST VÖLLM:

Dissertation: Über die Wärmetheoretische Summation FOURIERscher und LAPLACEscher Reihen.
Habilitationsschrift: Theorie der Nomographie, eine Übersicht über die bekannten Methoden und Ein Beitrag zur Behandlung der Beziehungen von der nomographischen Ordnung 3 und 4.
Im Bulletin Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, 9. Dezember 1936: Zur Begründung der Operatorenrechnung.
Commentarii Mathematici Helvetici, Vol. 6., MCMXXXIII/IV: Über Fluchtlinientafeln von Beziehungen nomographisch dritter und vierter Ordnung.
Commentarii Mathematici Helvetici, Vol. 11, MCMXXXVIII/IX: Interpolationsverfahren zur Integrationsmethode von MEISSNER.

Tabellen

Für die Metallindustrie: Durchbiegung zylindrischer Schraubenfedern.
Für Banken: Kurs und Rendite von Wertpapieren. Verschiedene, den jeweiligen Änderungen angepasst.
Zahlreiche Leitfäden für den Mathematikunterricht an Handelsschulen.

W. SAXER

Emil Ganz

1879–1962

Wenn immer EMIL GANZ auf seinen beruflichen Werdegang zu sprechen kam, versäumte er es nicht, darauf hinzuweisen, dass schon sein Grossvater und nach ihm sein Vater im selben Hause vor fast hundert Jahren ein photographisches Atelier eingerichtet hatten. Fesselnd und mit dem ihm eigenen Humor wusste er manche Anekdote aus der Frühzeit der Kinematographie und Projek-

tionstechnik zu erzählen, jener Fachgebiete also, denen sein Lebenswerk gegolten hat. In zähem und unermüdlichem Einsatz ist es ihm gelungen, dieses Werk durch alle Fährnisse unserer Zeit zu jener Blüte und Bedeutung zu führen, auf die er an seinem Lebensabend mit vollem Recht stolz sein durfte.

Dieselbe Tatkraft, die ihm in jungen Jahren zur Verfügung stand, als er – bereits berufstätig – nach bestandener Maturität Zeit für Hochschulstudien zu erübrigen wusste, Studien, die ihm ein überdurchschnittliches Fachwissen vermittelten; dieselbe Energie war es, die ihn dazu befähigte, aktiv an der Arbeit der Naturforschenden Gesellschaft teilzunehmen (Sekretär 1938–1944; Ehrenmitglied

seit 1946) und sich daneben führend innerhalb bedeutender Fachverbände zu betätigen. Wir kennen eine Photographie, die EMIL GANZ als Offizier zur Zeit des ersten Weltkrieges zeigt. In diesem Bilde ist etwas von jener eisernen Spannkraft zu spüren, der er seine ungewöhnlichen Erfolge zu verdanken hatte.

Wir aber durften ihn auch von einer anderen, liebenswerten Seite kennen lernen, als gütigen und lebensklugen Menschen, dessen väterliches Wohlwollen seine Mitarbeiter dankbar anerkannten und dessen Lauterkeit seine Geschäftsfreunde zu rühmen wussten. Die Plötzlichkeit des Hinscheidens, das EMIL GANZ in seinen geliebten Bergen ereilte, hat uns zutiefst erschüttert. Tröstlich aber war und ist uns die weise Erkenntnis des Leonardo da Vinci:

«Genau wie ein gut ausgenutzter Tag glücklichen Schlaf bringt, so bringt ein gut ausgenutztes Leben einen glücklichen Tod.»

WALTER GATTIKER

Lieber Ha

Du wirst
auch die Vi
Gesellschaft i
Geburtstag a
liert, Dir dan
Dir alles Gute

Wie wertvc
arbeit in der F
jahrsschrift ist,
besten die unte
mission beurte
sind stets getra
für die Entwicl
einer grossen I
wissenschaften
der Geschichte
Deinen eigenen
Deinen Jubiläu
und JOHANN JA
Neujahrsblatt a
Lichte der Pha
hervorheben.

Dein siebzigster Geburtstag wird es mit sich bringen, das
Deines Lehramtes und des von Dir geleiteten Pharmakologisc
wirst entlasten können. Wir alle, die wir Dich und die Dir
geistige und körperliche Frische kennen, wissen, dass diese En
«Otium cum dignitate» bedeuten wird, sondern die Möglich
Unabhängigkeit noch mehr als bisher Deinen eigenen Studie
Dass ich mich dabei ganz besonders auch auf die weitere fr
Dir im Dienste unserer Viertelj[illegible]

Vorträge der NGZ

30. Oktober 1961: Prof. Dr. H. U. Dütsch, Zürich

Atmosphärisches Ozon und Zirkulation in der Stratosphäre

Der Ozongehalt der Atmosphäre variiert mit Jahreszeit und geographischer Breite und ist auch von der Wetterentwicklung abhängig. Da das Gas durch photochemische Vorgänge dauernd gebildet und zerstört wird, ist es nicht gleichmässig mit der Luft vermischt, sondern weist ein Konzentrationsmaximum zwischen 20 und 25 km Höhe auf. Da sich nur in den oberen Teilen der Stratosphäre ein photochemisches Gleichgewicht rasch einstellt, ist in der unteren Hälfte der Ozonschicht die Verteilung des Gases nicht durch solche Reaktionen, sondern durch Luftströmungen bestimmt, was die Differenzen erklärt, die zwischen der aus der Theorie berechneten und der beobachteten Ozonverteilung mit Jahreszeit und geographischer Breite auftreten. Da der Ozongehalt in der unteren Stratosphäre eine konservative Eigenschaft einer Luftmenge ist, kann das Gas als Tracer Verwendung finden. Zur praktischen Anwendung eines solchen Verfahrens genügen aber Gesamtozonmessungen nicht, sondern es muss der Ozongehalt als Funktion der Höhe bestimmt werden.

Im letzten Jahrzehnt sind eine Reihe von Methoden entwickelt worden, die sich zur routinemässigen Messung der vertikalen Ozonverteilung eignen. Sie arbeiten teilweise indirekt (vom Boden aus) und verwenden dabei Messungen am ultravioletten Zenitstreulicht (Umkehrmethode) oder im infraroten Strahlungsbereich, oder es werden optisch oder chemisch arbeitende Ozonsonden durch Ballone oder Raketen in die erforderlichen Höhen getragen. Durch wiederholten, gleichzeitigen Einsatz der verschiedenen Methoden versucht man die Vergleichbarkeit der Resultate, trotz gewissen Unsicherheiten in den Einzelbeobachtungen, zu sichern.

Die bisherigen Ergebnisse der Messungen zeigen in mittleren Breiten einen ausgesprochenen Jahresgang des Ozongehalts in der unteren Stratosphäre (Anstieg während des Winters), der durch Ozonverfrachtung durch die allgemeine Zirkulation bedingt ist, während oberhalb von 25 bis 30 km die schwächeren jahreszeitlichen Variationen photochemisch gesteuert erscheinen. In der Äquatorialzone liegt das beobachtete Maximum der Ozonkonzentration viel höher als das theoretisch erwartete. Durch Luftströmungen wird hier aus dem unteren Teil der Stratosphäre ständig Ozon weggeführt und vermutlich nach der Winterhemisphäre höherer Breiten verfrachtet.

Zwischen Temperaturverlauf und Ozongehalt der Stratosphäre besteht im Hochwinter eine ausgesprochene positive Korrelation, die wenigstens in höheren Schichten gegen das Frühjahr rasch abnimmt. Es kann daraus geschlossen werden, dass zur Zeit der höchsten Intensität der stratosphärischen Zirkulation die scharf ausgeprägten wetterhaften Schwankungen des Ozongehaltes im wesentlichen durch Vertikalbewegungen hervorgerufen werden, dass aber später bei zunehmenden meridionalen Gradienten auch advektive Vorgänge wichtig werden.

Die Korrelation zwischen Tropopausenhöhe als Index für den troposphärischen Wetterablauf und dem stratosphärischen Ozongehalt zeigt eine gesetzmässige Verknüpfung zwischen der Zirkulation in den beiden Schichten der Atmosphäre, die aber mit zunehmender Höhe in der Stratosphäre rasch abklingt. Die Analyse im Einzelfall zeigt, dass daneben auch stratosphärische Störungen auftreten, die keine direkte Beziehung mit der Troposphäre aufweisen und zum Teil viel grösseren Massstab besitzen, wie sich besonders am Beispiel der explosionsartigen Stratosphärenerwärmung im Jahre 1958 zeigt. Durch Zusammenfassung von Temperatur- und Ozonmessung erhält man ein recht einheitliches Bild dieses stratosphärischen Umsturzes.

Ein vorgeschlagenes Schema des jahreszeitlichen Ozonkreislaufes zeigt eine kontinuierliche Produktion in der tropischen Stratosphäre und einen in der Höhe nach der jeweiligen Winterhemisphäre gerichteten Ozonfluss, daneben eine Ozonzerstörung in Bodennähe zur Erklärung der beobachteten jahreszeitlichen Variation. Dabei werden jährlich etwa dreissig bis vierzig Prozent des atmosphärischen Ozongehalts zerstört und wieder gebildet. Man hofft durch Heranziehung anderer Tracer, wie Wasserdampf und radioaktiven Zerfallsprodukten sowie einer Ausweitung der Ozonmessungen, die noch unklaren Details dieses Schemas in den nächsten Jahren sichern zu können und damit zu einem bessern Verständnis der allgemeinen Zirkulation zu kommen.

Überwachung der Konstanz der Sonnenstrahlung im nahen Ultraviolett sowie weltweite Ausmessung des oberen Teils der Ozonschicht von Satelliten aus, soll in den nächsten Jahren eine allfällige Bedeutung des Ozons im gesuchten Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität und irdischem Wetterablauf abklären. (Autoreferat)

13. November 1961: Dr. med. R. HUNSPERGER, Zürich

Aktivierung von Wut- und Angststimmungen beim Tier durch Hirnreizung

Bei der Begegnung eines Tieres mit einem Feind kann das Tier je nach der Umgebungssituation auf die Bedrohung mit Flucht oder mit Abwehr, die sich bis zum Abwehrangriff steigern kann, reagieren. Ähnliche Reaktionen können beim Tier in äusserlich neutralen Umgebungsbedingungen durch künstliche, elektrische Reizung in subkortikalen Gehirnabschnitten aktiviert werden. Da der Erfolg einer zentral im Gehirn ansetzenden Reizung vorwiegend durch die Organisation der Neurone in den betreffenden Bezirken und ihrer Verbindungen zu den Effektorstrukturen bedingt ist, erlaubt die Methode der Hirnreizung Substrate, die einer bestimmten Reaktion zugrunde liegen, lokalisatorisch zu bestimmen und diese gegenüber anderen Hirnstrukturen abzugrenzen.

Die Versuche wurden mit der von W. R. HESS entwickelten Methode der elektrischen Reizung subkortikaler Hirnabschnitte an der wachen Katze durchgeführt. Durch Ausdehnung der von W. R. HESS im Zwischenhirn durchgeführten Reizungen auch auf Strukturen im Mittel- und Vorderhirn konnte ein komplexes, anatomisch zusammenhängendes Substrat abgegrenzt werden, das den Reaktionen Flucht, Abwehr und Abwehrangriff zugrunde liegt. Dieses System erstreckt sich von dorso-medialen Teilen des Mandelkerns im Vorderhirn durch Vermittlung der Stria terminalis bis zu deren Bettkern um die vordere Kommissur und von hier im Zwischenhirn kontinuierlich durch das Höhlengrau des Hypothalamus bis ins zentrale Höhlengrau des Mittelhirns.

Innerhalb dieses Systems für Affektreaktionen lässt sich auf der Stufe des Zwischen- und Mittelhirns je eine Zone abgrenzen, aus der eine Abwehrreaktion ausgelöst wird. Diese ist charakterisiert durch Fauchen in Abwehrhaltung, Erweiterung der Pupillen, Zurücklegen der Ohren und Haarsträuben an Rücken und Schwanz. Aus einem grösseren Gebiet, das die beiden Zonen für Abwehr umgibt und untereinander verbindet, wird Flucht aktiviert. Verstärkte elektrische Reizung innerhalb der Abwehrzonen ergibt den Abwehrangriff, verstärkte Reizung in der Fluchtzone unter Umständen Fauchen, das von Flucht gefolgt ist. Auf der Stufe des Vorderhirns dieses Systems wird vor allem Knurren in Abwehrhaltung aktiviert. Flucht wird in diesen Strukturen selten ausgelöst; die Reaktion scheint bereits Elemente zu enthalten, die dem epileptischen Formenkreis angehören.

Durch Einführung gewisser Reizmuster in die Versuchssituation, wie Versperren des Fluchtweges mit den Händen oder das Hinbringen von geeigneten Attrappen auf den Versuchstisch, kann gezeigt werden, dass das Tier auch während der künstlich aktivierten Reaktion auf Änderungen in seinem Wahrnehmungsfeld zweckentsprechend reagiert. So können Versperren des Fluchtweges beziehungsweise der Wahrnehmungsreiz der Attrappe statt der ursprünglichen Flucht nun Abwehr bedingen.

Von besonderem Interesse ist die Entwicklung eines Abwehrangriffs bei Gegenwart einer Attrappe und lediglicher Reizung des Tieres in der Fluchtzone. Der psychologischen Betrachtung dieses Vorganges, nämlich einer Umwandlung von Flucht in Abwehrangriff, werden drei neurophysiologische Mechanismen zur Seite gestellt. Erstens eine mögliche Beeinflussung der Tätigkeit assoziativer Kortexabschnitte im Temporalhirn durch den Hirnstammreiz; zweitens eine experimentell nachgewiesene Steigerung der Erregbarkeit der Neurone in der Abwehrzone bei Reizung in der Fluchtzone; drittens eine Verstärkung der Abwehr durch eine länger dauernde Einwirkung des Reizstromes. (Autoreferat)

27. November 1961: Prof. Dr. med. R. HEGGLIN, Zürich

Der Stoffwechsel des Herzmuskels

Um eine Kontraktion des Muskels herbeizuführen, sind Aktomyosin, ATP und Ionen in einem optimalen Verhältnis sowie geregelte Austauschmöglichkeiten durch die Membran notwendig. ATP gilt als Energielieferant, Aktomyosin ist die eigentliche sich kontrahierende Eiweissubstanz, die Ionen und die den Ionenaustausch regulierende Membran stellen das Milieu, in welchem sich die Kontraktionsvorgänge vollziehen können, dar. Für den Kliniker handelt es sich darum, zu wissen, welche dieser Faktoren bei der menschlichen Herzinsuffizienz verändert sind. Man kann die Vorgänge, die sich bei den Stoffwechselvorgängen im Muskel abspielen, auch in verschiedene Phasen einteilen:

1. Energiefreisetzung aus den energieliefernden Substanzen (Kohlenhydrate, Fette, Eiweisse).
2. Energiekonservierung im Herzmuskel der energiereichen Substanzen (ATP, ADP, Kreatinphosphor...).
3. Energieutilisation durch die Eiweisse (Aktomyosin), der sogenannten Kontraktionsmaschine.

Eine Herzinsuffizienz als Folge eines gestörten Aufbaues der Energiesubstanzen findet sich bei Anoxämie, bei Verschiebung des optimalen Ionengleichgewichtes (sogenannte hypodyname oder energetisch-dynamische Herzinsuffizienz), bei Beri-Beri (weil der Aufbau von ATP infolge Fehlens von Vitamin B_1 durch Blockierung des Abbaues der Brenztraubensäure gestört ist).

Bei gesteigerter Schilddrüsentätigkeit (Hyperthyreose) wurde wegen der durch Thyroxin verursachten Entkoppelung der Phosphorylierung ebenfalls eine Verminderung des Energiekapitals vermutet. Die Verhältnisse liegen aber komplizierter. Der gestörte Myokardstoffwechsel wird offenbar durch eine sich günstig auswirkende Katecholaminwirkung, welche die Kontraktionskraft steigert, ausgeglichen.

Bei der eigentlichen hämodynamischen Herzinsuffizienz konnten keine signifikanten Änderungen des Myokardstoffwechsels festgestellt werden (BING und andere). Die Ergebnisse wurden dadurch gewonnen, dass der Gehalt der Nährstoffe im Arterienblut mit demjenigen des Herzvenenblutes verglichen wurde. Aus dem Verhältnis dieser beiden Werte kann auf den Stoffwechsel im Myokard geschlossen werden. Diese Befunde lassen den Schluss zu, dass die klinisch häufigste sogenannte hämodynamische Herzinsuffizienz keine primäre Stoffwechselkrankheit ist. Aufbau und Konservierung der Energieträger sind nicht gestört. Bei der hämodynamischen Herzinsuffizienz liegt dagegen eine Störung der Energieverwertung vor. Es konnten beim insuffizienten Herzen von mehreren Autoren Veränderungen des Aktomyosins gegenüber dem normalen Herzen festgestellt werden. Besonders war das Molekulargewicht nach OLSON von 226 000 auf 695 000 Å gesteigert. OLSON fand auch Veränderungen der Viskosität. BING und KAKO sahen zudem, dass das Aktomyosin, welches vom Myokard an Herzinsuffizienz verstorbener Menschen gewonnen wurde, eine weniger intensive Kontraktionsfähigkeit zeigte als das Aktomyosin von Normalen.

Die Konsequenzen für die Behandlung der Herzinsuffizienz ergeben sich aus dieser Feststellung. Bei der seltenen hypodynamen Herzinsuffizienz muss die allgemeine Stoffwechselstörung (häufig Elektrolyte) korrigiert werden. Bei der hämodynamischen Herzinsuffizienz, welche auch als Überlastungsinsuffizienz bezeichnet werden kann, ist dagegen eine Entlastung anzustreben. Senkung des Blutdruckes im grossen und kleinen Kreislauf sowie chirurgische Massnahmen können eine Entlastung bei manchen Fällen herbeiführen. Digitalis, das kräftigste Medikament, um die Kontraktion anzuregen, wirkt wahrscheinlich direkt am Myosin. Diese Auffassung wird durch Untersuchungen WASERS gestützt und kann auch am besten mit der Muskelkontraktionstheorie, wie sie derzeit angenommen wird, in Übereinstimmung gebracht werden. (Autoreferat)

11. Dezember 1961: Prof. Dr. J. P. BLASER, Zürich

Neue Entwicklungen in der Beschleunigungsphysik

Unsere heutigen Kenntnisse über die Atomkerne sowie über Elementarteilchen (Nukleonen, Elektronen, Mesonen, Hyperonen) wurden zum überwiegenden Teil durch Experimente mit Beschleunigern gewonnen. In den letzten 10 Jahren sind neue Prinzipien entdeckt worden, die es gestattet haben, die Energie der künstlich beschleunigten Teilchen bis auf 30 Milliarden Elektrovolt zu treiben.

zurück (CERN-Proton-Synchrotron z.B. 100 000 km); sie müs
Kräfte an die gewünschte Bahn gebunden werden.

Vor zehn Jahren entdeckte man das Prinzip der sogena
alternierende Feld-Gradienten. Ein optisches Analogon best
und divergenten Linsen von sich paarweise aufhebender Br
Fokussierung. Dieses Prinzip hat ungeahnte Fortschritte er
durch die starke Fokussierung so verkleinert werden kann, da
werden können. Dadurch wird es möglich sein, in den nächste
eV vorzudringen.

Leider lassen sich diese ungeheuren Energien nur unvoll
stehende Teilchen schiesst, ist die Energie im Schwerpunkts
wirkung zur Verfügung steht – bei kleinen Energien nur die Hä
toriums-System. Bei relativistischen Geschwindigkeiten (nahe
die verfügbare Energie nur mit der Wurzel der kinetischen I
kollidierenden Strahlen geführt. Die beschleunigten Teilchen
chrotrons) gestapelt. In einer Überschneidungszone können die
Energie in Wechselwirkung treten. So werden in Zukunft En
wenig von den sehr seltenen schnellen Teilchen der kosmische
den bei diesen höchsten Energien auftretenden neuen Prozesse
die fundamentale Struktur der Elementarteilchen, aus denen die

15. Januar 1962: Prof. Dr. K. Voss

Neuere Untersuchungen der Verbiegbarkeit von I

Unter einem Polyeder soll hier eine geschlossene Fläche im F
endlich vielen ebenen Polygonen zusammensetzt. Schon in der E
ob zwei konvexe Polyeder mit kongruenten Seitenflächen als C
heisst verbiegbar, wenn es sich so deformieren lässt, dass all
jedoch die Winkel an gewissen Kanten geändert werden. Ein
Deformation, bei der alle Polygone

Verlangt man nur, dass die Kantenlängen erhalten bleiben («Stangenpolyeder»), so werden viele Polyeder beweglich (Beispiel: Würfel). Unterteilt man jedoch die Polygone eines konvexen Polyeders in Dreiecke, so erhält man ein infinitesimal starres Gerüst. Dieser Satz ist für die Realisation eines abstrakt gegebenen Eulerschen Dreieckspolyeders mit gegebenen Kantenlängen und Konvexitätsbedingung der Ecken von Bedeutung (A. D. ALEXANDROV).

Bei Flächen im Raum mit stetiger Tangentialebene und Krümmung (also ohne Ecken und Kanten) sind die isometrischen (längentreuen) Abbildungen und die Verbiegungen (längentreuen Deformationen) von besonderem Interesse, da sie die Form der Fläche im Raum verändern, jedoch nicht die innere Geometrie der Fläche im Sinne der Längen- und Winkelmessung.

Die lokale Verbiegbarkeit genügend kleiner Flächenstücke ist heute weitgehend geklärt: Die Flächen mit positiver Gaussscher Krümmung K verhalten sich wesentlich anders als die mit negativem K (Unterschied zwischen elliptischen und hyperbolischen Differentialgleichungen). Die Umgebung eines Punktes auf der Fläche F, der nicht Flachpunkt ist, lässt sich stets verbiegen, und jede zu F isometrische Fläche lässt sich entweder in F oder in das Spiegelbild von F verbiegen. Dagegen haben Untersuchungen von H. HOPF, SCHILT, EFIMOV und HOESLI die merkwürdige Tatsache ergeben, dass es Flächen mit Flachpunkt gibt, die sich überhaupt nicht verbiegen lassen und ausserdem keine andere Flachpunktrealisation besitzen. Insbesondere gibt es isometrische Flächenstücke, die sich nicht ineinander verbiegen lassen.

Über die globale Verbiegbarkeit einer Fläche als Ganzes ist heute u.a. folgendes bekannt: Geschlossene Flächen mit positivem K (Eiflächen) sind infinitesimal starr; isometrische Eiflächen sind kongruent. Jedoch wird eine Eifläche verbiegbar, wenn man ein beliebig kleines Loch anbringt. Offene vollständige Flächen mit positivem K sind verbiegbar oder starr je nachdem, ob die Totalkrümmung kleiner oder gleich 2π ist. COHN-VOSSEN (1929) und REMBS (1952) haben nichtkonvexe geschlossene Flächen mit nirgends identisch verschwindender Infinitesimal-Verbiegung gefunden und damit auch isometrische, aber nichtkongruente Flächenpaare, die nirgends zusammenfallen.

Neuerdings gelang es zu zeigen, dass eine vollständige konvexe Fläche nicht isometrisch sein kann zu einer nicht-konvexen Fläche (im Gegensatz zur Situation bei Polyedern, bei denen Kanten auftreten, so dass man durch Spiegelung eines Teils der Fläche solche Isometrien erzeugen kann).

Weitere Fortschritte hat die Theorie von A. D. ALEXANDROV geliefert, welche die konvexen Polyeder und Flächen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu behandeln gestattet.

(Autoreferat)

29. Januar 1962: Dr. E. OEHLER, Lausanne

Zytogenetik der Getreidearten

Der Tribus Hordeae der Gramineen umfasst die Gruppe der Triticinae mit den Gattungen Triticum (Weizen), Secale (Roggen), Aegilops, Haynaldia und Agropyrum (Quecke) sowie diejenigen der Hordeinae mit Hordeum (Gerste), Elymus, Sitanion und Hystrix.

Aus zahlreichen Kreuzungsversuchen geht hervor, dass sich alle Arten der Gattungen Triticum, Secale, Aegilops und Haynaldia miteinander verbinden lassen. Von den Agropyrumarten können einige mit Vertretern der Triticinae, andere mit solchen der Hordeinae gekreuzt werden. Innerhalb der Hordeinae sind Artkreuzungen schwer herzustellen und entsprechende Bastarde erst wenige bekannt.

Die Chromosomengrundzahl der Hordeae beträgt n = 7. Die Arten der meisten Gattungen bilden polyploide Serien mit diploiden, tetraploiden, hexaploiden, selten oktoploiden oder dekaploiden Gliedern.

Aus den Paarungsverhältnissen der Chromosomen während der Reduktionsteilung der F_1-Bastarde können die gegenseitigen Beziehungen der miteinander in Verbindung getretenen Genome ermittelt werden. Es geht aus zahlreichen Untersuchungen dieser Art hervor, dass die höherchromosomigen Arten der Hordeae Additionsbastarde niedrig-chromosomiger Arten der gleichen oder anderer Gattungen darstellen. So sind z.B. die tetraploiden Weizenarten (Genome AB) aus Kreuzungen zwischen diploiden Weizen (Genome A) und Aegilops speltoides (B), die hexaploiden (ABD) aus tetraploiden Weizen (AB) und Aegilops squarrosa (D) hervorgegangen.

schaft gebildet werden kann.

Die Formbildungsmöglichkeiten in den Nachkommenscl hängen ganz von den Homologiebeziehungen der elterlicher elterlichen Genome einander homolog, können konstante, eu Genaustausch gebildet werden. Beim Fehlen jeglicher Homo Formen nur durch Ein- oder Anlagerung ganzer artfremd stücke gebildet werden können. Solche Substitutions- und eine leicht verminderte Vitalität und Fertilität.

Durch die Vereinigung sämtlicher elterlicher Genome, v Chromosomenzahl, entstehen konstante, fertile Amphidiplo Innerhalb der Hordeae sind bis heute 188 solcher Formen bel forschung theoretisch wichtige Kombinations- und Verbindun

12. Februar 1962: Prof. ALFRED J

Recherches sur le contrôle endocrinien de la charge

Dans le problème analysé au cours de cet exposé deux glan la cortico-surrénale et l'hypophyse; il est utile de rappeler q physiologique chez le fœtus. On peut par exemple montrer l'e glandes: ainsi l'hypophysectomie du fœtus (par décapitation) surrénale que l'injection de corticostimuline au fœtus répar fœtale peut aussi être produite par l'injection d'un excès de co physe est mise au repos par un mécanisme de «feed back».

Or chez les fœtus de lapin décapités et dont la surrénale e en glycogène durant les derniers jours de la gestation, comm peut y être incité à nouveau si l'on donne aux fœtus décapités l

Une étude comparative de ce problème chez le lapin et chez les facteurs hormonaux en cause.

Chez le fœtus de rat, notre [illegible]

26. Februar 1962: Prof. Dr. A. NIGGLI, Zürich

Erweiterungen des kristallographischen Symmetriebegriffes

Trotzdem die 32 Kristallklassen und 230 Raumgruppen als Werkzeug des Kristallographen längst bekannt sind, ist die Symmetrielehre als Forschungsgebiet in den letzten zehn Jahren — angeregt durch neue Anwendungsmöglichkeiten vor allem in der Festkörperphysik — wieder in Fluss geraten. (Grundgedanke: H. Heesch, Z. Krist. *73* (1930), 325; russische Schule mit Schubnikow, Below u. a.; in der Schweiz vor allem von kristallographischer Seite das Zürcher Hochschulinstitut, von mathematischer Seite J. J. Burckhardt und B. L. v. d. Waerden.)

Für den Kristallographen stellt sich die klassische Symmetrie als Gruppe von Decktransformationen (Verschiebungen, Drehungen, Spiegelungen und Kombinationen davon) dar, die ein Gebilde so in sich selbst überführen, dass der Endzustand vom Anfangszustand nicht zu unterscheiden ist. Dadurch wird Gleichartiges wiederholt, das heisst vorgegebene Elemente (Punkte, Gerade, Ebenen, oder Atome, Ionen, Moleküle) werden vervielfacht. Eine interessante Verallgemeinerung besteht nun darin, den symmetrieverknüpften Punkten des Raumes eine Eigenschaft zuzuordnen, die sich — gekoppelt mit den klassischen Symmetrieoperationen — gesetzmässig verändert. Erfolgt diese Veränderung einsinnig, so resultiert eine Polarität, die unendlich fortgesetzt werden kann (z. B. sich verjüngende Blätter eines Zweiges); interessanter sind zyklische Veränderungen, die nach endlich vielen Schritten zum Anfangszustand zurückführen.

Ist die zugeordnete Eigenschaft als reelle Funktion aufzufassen, so führt der Vorzeichenwechsel als Veränderung (Zyklen der Ordnung 2) zur Antisymmetrie, die wegen der anschaulichen Darstellungsmöglichkeit auch Schwarzweiss-Symmetrie genannt wird. Ein grösserer Wertevorrat der Eigenschaftsveränderung führt analog zu Farbsymmetrien; in diesem Fall wird die zugeordnete Eigenschaft durch eine komplexe Funktion (Exponentialfunktion mit komplexem Argument) beschrieben. Auch kompliziertere Fälle sind denkbar, in denen die zugeordnete Eigenschaft durch mehrdimensionale Matrizen dargestellt werden muss. Da die Eigenschaftsveränderung aber immer gesetzmässig verläuft, wird die zugrundeliegende klassische Symmetrie nicht einfach zerstört oder vermindert; sie ist in versteckter Form stets noch vorhanden, was zur Prägung des Begriffes der Kryptosymmetrie für derartige Verallgemeinerungen geführt hat.

Beispiel einer Antisymmetrie: Der durch Aneinanderreihung nach zwei Richtungen das (unendlich fortgesetzt gedachte) Muster eines Schachbretts liefernde Elementarbereich ist ein etwa durch die Mittelpunkte der vier um ein weisses herumliegenden schwarzen Felder begrenztes Quadrat. Dieses ist antizentriert, weil die Verschiebung um eine halbe Diagonale das Muster unter Farbwechsel in sich selbst überführt. In den Feldermitten liegen vierzählige Drehpunkte, das heisst die Drehung um Vielfache von 90° ist Symmetrieoperation; in den Felderecken liegen vierzählige, in den Mitten der Felderkanten zweizählige Anti-Drehpunkte. Parallel den Felderkanten verlaufen abwechslungsweise Spiegelgerade und Gleitspiegelgerade, parallel den Felderdiagonalen abwechslungsweise Spiegelgerade und Anti-Gleitspiegelgerade. All das bildet eine der 46 möglichen ebenen, zweifachperiodischen Antisymmetriegruppen, die den 17 klassischen Symmetriegruppen etwa der Tapetenmuster entsprechen.

An kristallographischen Möglichkeiten (Beschränkung auf 2-, 3-, 4- und 6zählige Drehungen, da nur diese mit den zur Gitterstruktur der Kristalle führenden Verschiebungen verträglich sind) bietet der dreidimensionale Raum folgende Anzahlen: den 32 Punktsymmetriegruppen (Kristallklassen) entsprechen 58 Antisymmetriegruppen, den 75 einfach-periodischen Balkengruppen deren 244, den 80 zweifach-periodischen Schichtgruppen deren 370 und den 230 dreifach-periodischen Raumgruppen deren 1191. Übrigens werden auch mehrfache, die gleichzeitig nach verschiedenen Gesetzen erfolgende Veränderung mehrerer Eigenschaften beschreibende Kryptosymmetrien untersucht.

In der Kristallographie werden Schwarzweiss- und Farbsymmetrien heute zur Beschreibung gesetzmässig verwachsener Zwillinge und Viellinge sowie zur Klassifikation von Strukturtypen verwendet. Die Verrückungsvektoren der Normalschwingungen etwa von Molekülen lassen sich anschaulich durch Kryptosymmetrien darstellen, und die Beschreibung antiferromagnetischer Strukturen stützt sich zur Erfassung der antiparallelen Richtungen magnetischer Momente auf die Antisymmetriegruppen. Da allgemein in der Kristallphysik die meisten Eigenschaften eines Stoffes durch Tensoren

charakterisiert werden, sind die Kryptosymmetrien das geeignete Werkzeug zur Beschreibung der Eigensymmetrie und des Verhaltens dieser Tensoren in den symmetrischen Räumen der Kristalle. Anwendungen von Anti- und Farbsymmetrien auf die bildende Kunst finden sich vor allem im Werk von M. C. Escher (Grafiek en Tekeningen; Zwolle 1960, J. J. Tijl N. V.).

Wenn man bei diesen Erweiterungen des klassischen Symmetriebegriffes auch nicht mehr von einer Wiederholung von Gleichartigem oder gar Ununterscheidbarem sprechen kann, so behält doch auch für sie die Definition Pascals immer noch ihre Gültigkeit: symétrie, en ce qu'on voit d'une vue, fondée sur ce qu'il n'y a pas de raison de faire autrement. (Autoreferat)

28. Mai 1962: Prof.Dr. E. BÜNNING, Tübingen

«Physiologische Zeitmessvorgänge»

Schon seit sehr langer Zeit ist bei Pflanzen und Tieren das Vorkommen von Phänomenen bekannt, die an den Gang der Uhr erinnern. Es bestehen physiologisch selbst gesteuerte, also auch noch unter konstanten Bedingungen weiter laufende ungefähr tagesperiodische Schwingungen. Erst die gegenwärtig verfügbaren experimentellen Hilfsmittel aber haben es gestattet, einerseits diese Schwingungen, andererseits ihre tatsächliche Nutzung zur biologischen Zeitmessung exakt zu erfassen.

Die Schwingungen äussern sich in vielen peripheren Vorgängen, also gleichsam in «Uhrzeigern»: in periodischen Stoffwechselvorgängen, Bewegungen, Aktivitätsschwankungen usw. Die frei laufenden, das heisst nicht mehr vom Licht-Dunkel-Wechsel oder anderen äusseren Zeitgebern hinsichtlich Phasenlage und Periodenlänge gesteuerten Schwingungen zeigen Perioden von meist etwa 23—25 Std. Die individuenspezifische Periode kann aber oft mit einer Genauigkeit von wenigen Minuten eingehalten werden. Überraschenderweise haben diese physiologischen Uhren im Gegensatz zu anderen physiologischen Prozessen nur eine sehr geringe Temperatur-Abhängigkeit, mit Q_{10}-Werten, die meist zwischen 0,9—1,1 oder noch engeren Grenzen liegen. Dieser Rhythmik liegen möglicherweise Oberflächenreaktionen im Cytoplasma zugrunde. Dafür sprechen zum Beispiel starke Wirkungen von schwerem Wasser und von Alkoholen. Nach dem Verhalten beim Unterbinden der Energiezufuhr zu urteilen und auch nach anderen Kriterien gehören die Schwingungen zum Typ der Kippschwingungen.

Genutzt wird die physiologische Uhr von Pflanzen und Tieren nicht nur zur sinnvollen Einordnung der einzelnen Leistungen in die geeignete Tageszeit, sondern (von Tieren) zum Beispiel zur Berücksichtigung der Tageszeit bei der Benutzung eines Sonnenkompasses. Pflanzen und Tieren dient die Uhr ausserdem zur Tageslängenmessung und damit zur Einordnung der Entwicklungsvorgänge in den Gang der Jahreszeiten. Selbst die Einordnung physiologischer Prozesse in den Gezeitenwechsel wird durch ähnliche Schwingungen möglich. Durch das Zusammenwirken dieser physiologischen Gezeitenrhythmik mit der Tagesrhythmik wird offensichtlich infolge des Eintretens von «Schwebungen» auch die bisher als fast mysteriös geltende Einordnung von Entwicklungsvorgängen bei Meeresorganismen in die lunaren Zyklen verständlich. (Autoreferat)

Buchbesprechungen

BABAIANTZ, L. und CARDIS, F.: Die Röntgendiagnostik der Lunge. Deutsche Übersetzung von P. VON DESCHWANDEN und W. ZÜRCHER, Verlag Georg Thieme, Stuttgart, 90 S., 48 Abb. und 1 Falttafel.

Aus der Collection médicale internationale «Savoir interpréter» hat der Verlag Georg Thieme, Stuttgart, soeben ein weiteres, kleines, diagnostisches Taschenbüchlein herausgegeben. Es trägt den Titel «Die Röntgendiagnostik der Lunge», wurde verfasst von den beiden Lausanner Professoren BABAIANTZ und CARDIS und ins Deutsche übertragen von P. VON DESCHWAND und W. ZÜRCHER.

In knapper, aber umfassender Form führt es in die Grundlagen der Lungen- und Pleurauntersuchung ein, zeigt die gangbaren Untersuchungsmethoden und beschreibt die normale Röntgenanatomie der Lunge.

Im Hauptteil der kleinen Schrift findet der Leser klar die morphologischen Veränderungen im Röntgenbild dargestellt bei entzündlichen, spezifischen und unspezifischen Erkrankungen der Lunge, bei Anomalien, degenerativen Prozessen und Tumoren dieses Organs. Stets werden dabei die morphologischen Phänomene mit den klinischen Befunden in Zusammenhang gebracht und beide zur Möglichkeit einer Diagnosestellung verwertet. Originelle schematische Skizzen veranschaulichen einprägsam das Geschriebene.

Dem nicht spezialisierten Arzt, der noch heute in Stadt und Land des öftern aus zeitlichen und ökonomischen Gründen zur Orientierung und kursorisch die Thoraxorgane durchleuchtet, ist in dem kleinen Werk ein Nachschlagebüchlein in die Tasche gelegt worden, nach dem er sicher des öftern gerne greift, um das, was er auf dem Bildschirm gesehen hat, richtig zu interpretieren. Dafür ist es gedacht und dafür ist es auch in gedrängter Form auf so kleinem Raum geschrieben. Ein Werk ähnlicher Art hat seiner Zeit KIENBÖCK geschrieben. Es ist inzwischen vergriffen. Um so willkommener für viele und die Jungen, dürften deshalb Thiemes Neuerscheinung sein.

J. WELLAUER

BAUER, K. Fr., Erlangen: Medizinische Grundlagenforschung. Herausgegeben unter Mitwirkung von K. BUCHER, Basel; W. DOERR, Kiel; F. FLÜGEL, Erlangen; A. GRUMBACH, Zürich; G. HEGEMANN, Erlangen; N. HENNING, Erlangen; H. HOLZER, Freiburg i.Br.; A. KORNMÜLLER, Göttingen; J. KÜHNAU, Hamburg; H. SCHAEFER, Heidelberg; H. SCHOEN, Göttingen. 1962. VI, 390 Seiten, 183 Abbildungen, 32 Tabellen, Lex.-8° (Georg Thieme Verlag, Stuttgart), Ganzleinen DM 98.—.

Der neue Band der von K. Fr. BAUER herausgegebenen Medizinischen Grundlagenforschung ist im Vergleich zu seinen drei Vorgängern auf rund die Hälfte des Umfanges reduziert. Von den sieben Beiträgen sind drei Geburtstagsarbeiten. A. PORTMANN (Basel) gibt in Cerebralisation und Ontogenese (62 S.) einen Überblick seiner sich auf drei Jahrzehnte erstreckenden Forschungen über die Entwicklung der hauptsächlichen Hirnabschnitte bei Vögeln und Säugern. Er legt das Schwergewicht auf die Primaten, um an «einer Ortsbestimmung für unsere Daseinsform mitzuwirken». In den Grundlagen und Problemen der Symbioseforschung (94 S.) vermittelt A. KOCH (Regensburg) einen Überblick über die mannigfaltigen Formen der Symbiose im Tierreich mit ihren verschiedenen As-

Bedeutung und Grenzen der quantitativen Messmethoden rein methodischen Inhalts und vermittelt einen kritischen und der Kernvolumetrie. In knapper, anregender Art gew blick in die neuesten physikalischen Forschungen über Besonders die erste Hälfte zeigt, wie auch ein dem Mediziı und fasslich dargestellt werden kann.

Die schon seit Jahren postulierte Notwendigkeit, dem tum wieder zugänglich zu machen, hat zu den nun in all Fortschritte der..., Ergebnisse der ... usw.» geführt. Aus träge aus möglichst vielen Fächern der Naturwissensch (Nature, Science, Endeavour, Experientia usw.). Welchen Medizinische Grundlagenforschung genügen, um neben d zu haben? Das einheitsstiftende Moment oder die Zentı z. Bd. I, 1956) «die Medizin und ihre theoretischen, d.h. nat lagen» sein. Das Problem sei ein «neuer wissenschaftlicher auch eine gewisse Verständlichkeit aufweist.» Während für den Spezialisten bestimmt sind, möchte sich dieses offenl wissenschaftlern, insbesondere Medizinern, wenden. In dies Band das Ziel noch nicht ganz erreicht zu haben. Noch an träge über Details, die der Interessierte besser aus den im erfährt. Infolgedessen läuft der Nichtspezialist Gefahr, den I Zusammenhänge zu verlieren. Die Arbeiten sollen dem Erkenntnisse in sein Gesamtbild einzubauen. Darin würde Beiträgen die grossen Zusammenhänge besonders deutlich he lichkeit dürfte darunter nicht leiden. Unter Berücksichtigu dem Herausgeber und den Mitarbeitern neuen Ansporn u Verbreitung wünschen.

Strahlung, Isophotendarstellungen der Milchstrasse auf 1420 und 2700 MHz, thermische Strahlung des Mondes und vor allem eine verfeinerte Untersuchung der 21 cm Linie zur Aufklärung der Spiralstruktur der Milchstrasse). Der Rechenschaftsbericht erstreckt sich auch auf administrative, finanzielle, personelle und menschliche Belange, die für das Gelingen eines so grossen Projektes nicht minder wichtig sind als die wissenschaftliche Konzeption und Planung, und gipfelt in der Schlussfolgerung, dass, sollen die bisherigen Anstrengungen nicht in einigen Jahren zum Erliegen kommen, schon jetzt mit der Planung eines noch grösseren Radioteleskops begonnen werden muss. Damit ist der Übergang zum zweiten, mehr technisch orientierten Aufsatz von W. RUPPEL über «Grosse Richtantennen» gegeben.

M. WALDMEIER

BUCHER, O.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen, mit Berücksichtigung der Histophysiologie und der mikroskopischen Diagnostik. 3., vollständig neubearbeitete Auflage. Verlag Huber, Bern, 1962, 650 Seiten, 466 zum Teil farbige Abbildungen, 45 Tabellen, Leinen, Fr. 69.—.

In der vorliegenden dritten Auflage ist eine tiefgehende Neubearbeitung nicht nur angekündigt, sondern konsequent durchgeführt worden. Bis auf ganz wenige Ausnahmen, z.B. die Wiedergabe der Ultrastruktur der Ranvierschen Schnürringe, sind die erstaunlichen Fortschritte der histologischen und vor allem cytologischen Forschung verarbeitet worden. Dabei hat das Buch seinen individuellen Charakter bewahrt, der vor allem auf der Illustration mit zahlreichen Federzeichnungen beruht, zu denen noch ein Dutzend Farbtafeln kommen. Tabellen sind jetzt sehr reichlich vorhanden und werden jedenfalls von den Studenten geschätzt. Überhaupt spürt man durch den ganzen Text die ordnende und systematisierende Arbeit des erfahrenen Dozenten, der die Mühe nicht scheut, in kritischer Sicht den Dingen auf den Grund zu gehen. Ich zweifle deshalb nicht, dass das Buch den Studenten wiederum eine ausgezeichnete Stütze für die Erarbeitung der Histologie sein wird. Die Neuauflage gestattet aber auch dem Arzt und Naturwissenschaftler, sich rasch über die Fortschritte in der histologischen Forschung des vergangenen Jahrzehnts zu orientieren. Druck und Ausstattung sind gut.

KARL THEILER

CHRISTEN, HANS RUDOLF: Chemie. Herausgegeben im Auftrage der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer, Sauerländer & Co., Aarau, 384 Seiten, 1962.

Die stürmische Entwicklung der Chemie während der letzten zwei Jahrzehnte findet in diesem Mittelschul-Lehrbuch einen erfreulichen Niederschlag. Der Charakter der modernen Chemie wird vor allem geprägt durch die Anwendung von Materie-Modellen, welche die Interpretation chemischer und physikalischer Tatsachen erlauben. Der Schüler muss sich deshalb heute nicht mehr mit einer ungenügenden Erklärung eines grossen, zusammenhanglosen experimentellen Materials durch unbegründete Valenzregeln zufriedengeben, sondern er erkennt, dass die im Unterricht gezeigten Versuche sich systematisch ordnen und durch anschauliche atomare Mechanismen verstehen lassen.

Der Aufbau von CHRISTENS Buch will nicht einen verbindlichen Lehrgang darstellen, sondern jeder Unterrichtende wird in zweckmässiger Reihenfolge diejenigen Kapital herausgreifen, die ihm besonders wichtig erscheinen, seinen persönlichen Kenntnissen am besten entgegenkommen und der Zielsetzung seiner Schule entsprechen.

Nach einem ersten, einführenden Abschnitt über den atomaren Aufbau der Materie, Luft, Sauerstoff und Wasserstoff werden im zweiten Abschnitt verschiedene Atommodelle (BOHR, KIMBALL u.a.) dargestellt. Sie dienen dazu, experimentelle Befunde (Spektren, periodisch wiederkehrende Eigenschaften usw.) zu deuten. Der Wert wie die Begrenztheit solcher Modellvorstellungen werden diskutiert, was zweifellos einen entscheidenden Punkt im naturwissenschaftlichen Denken darstellt und unbedingt zur Bildung gerade solcher Mittelschul-Absolventen gehört, die sich später nicht den Naturwissenschaften zuwenden. Aus dem Atombau wird hierauf eine Bindungslehre abgeleitet, aus

... der Kurve einander parallel sind, was bede
von Eis, Wasser und Wasserdampf einander gleich sind.
einem Mittelschulbuch der Entropiebegriff erwähnt wird
chemische Betrachtungen unvollständig. Für die Praxis c
etwas weiter ausholen müssen, doch tut dies jeder Leh
Interessen ohnehin auf eigene Weise. In der organischen C
weitere Reaktionsmechanismen behandeln, und vor alle
wie chemische Reaktionen zur Strukturaufklärung unbek
Bei der Behandlung des Löslichkeitsproduktes Seite 142
Fällungsreaktionen möglichst hohe Konzentrationen d
verwendete Beispiel, Silber- und Chloridionen, ist aber ins
Beispiel für komplexe Lösung eines Niederschlages ist, de
zentrationen als $AgCl_2$.

Wegen solcher Details, wo man verschiedener Meinung
didaktischen und methodischen Wert des Buches bestrei
Schwung und der Begeisterung, die heute in den chemische
Lehrer die nach wie vor unerlässlichen Experimente anh
so gelingt es ihm sicher, dem Schüler einen anspruchsvolle
vermitteln und auch demjenigen, der später in dieser Ric
tragfähigen Grund zu legen.

FRÖMMING, EWALD: Das Verhalten unserer Schneck
bung. Verlag Duncker & Humblot, Berlin 1962. 348 Se

Der vorliegende Band ergänzt und beschliesst das gros
Biologie der einheimischen Gastropoden. Dieses letzte V
September 1960 verstorben ist, wurde von W. REICHMUTH
seine zahlreichen eigenen Versuche kompetent wie kein zw
er von den übrigen Malakologen als Aussenseiter betrachtet

Geschmack weiter. Die Speisezettel sind stark individuell gefärbt und sind von menschlichen Geschmacksqualitäten unabhängig. Besonders salzig und bitter werden vorgezogen. Der Band schliesst mit der Zusammenstellung der leider spärlichen Befunde über das Verhalten der Schnecken zu einigen Pflanzenstämmen.

Die Nahrungsbiologie der Gastropoden steht heute gewiss nicht im allgemeinen Interesse; es ist deshalb das Verdienst FRÖMMINGS, alte ungenaue, aber getreu überlieferte Beobachtungen geprüft zu haben und vor anthropomorphen Vergleichen zu warnen.

Es ist schade, dass bei der sonst guten Ausstattung des Buches der Herausgeber sich aus Pietät nicht für das Hinzufügen eines Registers entschliessen konnte.

HANS JUNGEN

GURTNER, OTHMAR; HOFMANN, FRANZ und SUTER, HANS: Sprechende Landschaft. Eine erdgeschichtliche Heimatkunde. Zürich 1961. Emil Frei AG. Band I: Forschen und Verstehen. 182 Seiten, 11 Farbtafeln, 59 Abbildungen. Band II: Sehen und Erkennen. 228 Seiten, 1 Farbtafel, 74 Photos, 30 Abbildungen.

Einen begeisterten Freund unserer Berge wird es nicht nur verlocken, die Giganten unserer Alpen zu erklimmen, ebensosehr möchte er vielleicht auch den Bauplan dieses gewaltigen Bauwerkes der Natur kennen lernen, aber auch die Kräfte begreifen, welche ihr Werden und Vergehen bestimmten.

OTHMAR GURTNER, der Verfasser des ersten Bandes, fand auf diese Weise den Weg zur Geologie. Im Selbststudium erarbeitete er sich während vieler Jahre mühsam ein geologisches Wissen, das er auf seinen zahlreichen Bergtouren vertiefte, später aber auch seinen Bergkameraden mitzuteilen begann. Um anderen seinen zeitraubenden Studiengang zu ersparen, reifte in ihm der Plan, ein wissenschaftlich einwandfreies, aber allgemein verständliches Werk vom Werden des schweizerischen Landschaftbildes zu verfassen. Leider konnte GURTNER nur den ersten Band vollenden; der Tod rief ihn vorzeitig ab. Prof. Dr. HANS SUTER und Privatdozent Dr. FRANZ HOFMANN führten das Werk erst zu einem glückhaften Ende. Im ersten Band «Forschen und Verstehen» versucht GURTNER die Urgewalten der Erdgeschichte, die Entstehung der Alpen, die Urlandschaft und den Menschen in der Landschaft darzustellen. Mit einer bildhaften packenden Sprache schildert er all die komplexen erdgeschichtlichen Vorgänge, steht dabei aber ihren hypothetischen Erklärungen kritisch gegenüber.

In seiner Beschreibung der abtragenden Kräfte des Wassers und Eises lässt der Autor uns die Gestaltung der heutigen Oberflächenformen förmlich miterleben. Die Eingriffe der modernen Technik beunruhigen ihn sehr. Sympathisch berührt daher seine gesunde Einstellung zum Natur- und Heimatschutz, was im letzten Abschnitt seines Bandes deutlich zum Ausdruck kommt. «Uns Einzelnen aber bleibt als grosser Trost ein unfehlbares Pfand der Natur selber anvertraut. Es ist ihre durch den Griffel Gottes in Stein gegrabene Entwicklungsgeschichte. Sie wird jedem als das grösste Epos seines eigenen kurz bemessenen Erdenwandels unnachahmlich erzählt. Lernen wir die Sprache der Natur immer besser lesen und deuten. Dann stellt sich in uns das ein, was den Homo sapiens immer deutlicher zu verlassen scheint: Die Ehrfurcht vor der Schöpfung.»

Der zweite Band führt in die Geologie der Alpen, des Mittellandes und Juras ein. Zunächst wird ein Blick hinter die Kulissen der Struktur jeder Grosslandschaft vermittelt und schliesslich das Geheimnis des Gebirgsbaus sehr instruktiv anhand zahlreicher Profile entschleiert, wobei natürlich heikle Spezialfragen dem Fachgeologen überlassen bleiben. Die Hinweise auf die agrarwirtschaftliche und bergbauliche Bedeutung einzelner Gesteinsschichten sind wertvoll. Das Verständnis unterstützen die meist zu den Profilen passenden vortrefflichen und ausgiebig verwendeten Luftbilder. Ausgezeichnet lassen sich aus ihnen die geologische Struktur und ihre Wirkungen auf das Landschaftsbild beurteilen. Auch die reiche Bebilderung des ersten Bandes fügt sich gut in den Text ein und trägt wesentliches zu dessen leichtern Verständlichkeit bei.

Im Ganzen ist den Autoren die Lösung ihrer nicht leichten Aufgabe gelungen. Sie haben ein abgerundetes, lebendiges Bild der Gegebenheiten entworfen, welches den Naturfreund zu eigenen Beobachtungen anregt und ihn auf seinen Wanderungen sicher zu tieferm Erlebnis der Landschaft führen wird.

H. WINDLER

HADORN, E.: Experimentelle Entwicklungsforschung an Amphibien. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961.

Seit über 80 Jahren werden in vielen Laboratorien der ganzen Welt die grundlegenden Prinzipien und Gesetzmässigkeiten des Entwicklungsgeschehens untersucht. Besonders erfolgreich waren die massgebenden Experimente an Amphibienkeimen, welche sich aus verschiedenen Gründen sehr gut dazu eignen. Zahlreiche Entdeckungen wurden dabei gemacht, die von grundlegender biologischer Bedeutung sind und auch für die Vorgänge unserer eigenen menschlichen Entwicklung Geltung haben. Ich erwähne das Phänomen der Regulation, das schlagartig das Wesen der Mehrlingsbildung aus einem einzigen Ei auch beim Menschen verständlich macht, und die Entdeckung des Induktionsvermögens der Zellen, die in der dorsalen Urmundlippe der Amphibiengastrula beisammen liegen. Die Induktion wird stofflich vermittelt; die Stoffe werden in Zellen gebildet und wirken auf Zellen. HANS SPEMANN, der Entdecker des Induktionsphänomens, spricht auch von Organisatorwirkung; die Stelle des Keimes, an welcher diese induktionsbefähigten Zellen beisammen liegen, nennt er Organisationszentrum. Das Büchlein von ERNST HADORN bringt in ansprechender, leicht verständlicher Art eine Einführung in die sogenannte Entwicklungsmechanik und behandelt nicht nur einige der berühmtesten, klassischen Experimente, sondern berichtet auch über weniger bekannte Befunde und neueste Versuche, wobei er dem Leser auch die vielen Geheimnisse des Lebens, die noch ungelöst sind, vor Augen führt.

Nach einer kurzen Darstellung der Vorgänge, die sich bei der Eiablage und Befruchtung abspielen, werden die ersten Entwicklungsschritte des befruchteten Eies beschrieben. Es wird gezeigt, wie SPEMANN zur Entdeckung des Induktors kam. Seither haben sich viele Forscher mit den Induktionsvorgängen befasst und unzählige Experimente durchgeführt, um das Wesen dieses hochinteressanten und für die Weiterentwicklung entscheidenden Vorganges aufzuklären. Trotz intensivsten Bemühungen bleiben noch viele Fragen offen, auch die Natur der Induktionsstoffe ist vorläufig noch ein Geheimnis. – Experimente am sich entwickelnden Ei haben sehr häufig Missbildungen zur Folge. Ein besonderes Kapitel ist Fragen ihrer Entstehungsweise gewidmet. Missbildungen haben von jeher das Erstaunen des Menschen erregt, «dabei wurde aber allzu oft vergessen, dass das eigentlich Wunderbare nicht das Abnorme ist, sondern die harmonische Gestalt, wie sie aus dem Ei vor unseren Augen sich entwickelt». Die letzten Kapitel behandeln Fragen der Geschlechtsentwicklung, des Farbmusters und des Farbwechsels. Auch diese Probleme wurden erst durch Experimente an Amphibien ihrer Lösung näher gebracht. Das Büchlein schliesst mit einer Übersicht über Wundheilung und Regeneration, Metamorphose und Hormone. Seite für Seite spürt der aufmerksame Leser, dass das kleine Werk von einem Meister und Kenner, der selber mitten in der Forschung steht und vom Entwicklungswunder fasziniert ist, verfasst wurde. Zu jedem Kapitel gehören klare Zeichnungen, die zusammen mit dem eindrücklichen Text das Studium des Büchleins auch für den Fachmann zu einer wahren Freude machen. Das Büchlein kann jedem, der sich für das Problem des Lebens interessiert, bestens empfohlen werden. Es eignet sich auch als Anleitung für Biologielehrer. Möge das Werk weiteste Verbreitung finden und Verständnis und Bewunderung für einen Vorgang wecken, um den sich seit altersher die Philosophie und Theorie des Lebens bewegte.

G. TÖNDURY

HAWKER, L.E.; LINTON, A.H.; FOLKES, B.F. und CARLILE, M.J.: Einführung in die Biologie der Mikroorganismen. Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1962, 483 Seiten, 40 Tafeln, 48 Abbildungen und 8 Tabellen. DM 37.—.

Es ist keine leichte Aufgabe, über ein derart weites Gebiet ein übersichtliches, handliches Buch zu verfassen. Wenn die im Juni 1960 erschienene erste Auflage schon knapp zwei Jahre später in deutscher Sprache vorliegt, so ist dies für die Arbeit der vier Wissenschafter der Universität Bristol eine gute Empfehlung.

Bei einer solchen Einführung kommt man nicht darum herum, eine Übersicht über die Morphologie und den Lebenszyklus der Mikroorganismen zu geben, im Einzelnen also der Bakterien, Pilze, Protozoen, Myxophyten, Algen und Viren. Indessen hält sich dieser rund ein Drittel des Buches umfassende Abschnitt nicht streng an die morphologischen Merkmale, sondern gibt viele biologische

Informationen über die Einzelorganismen. Auf einen Versuch zur Synthese mikrobiologischer Morphologie wird hier verzichtet.

Im Rahmen von Physiologie und Stoffwechsel der Mikroorganismen gibt das zweite Drittel des Buches Einblick in die chemische Natur der Zellbestandteile, die Stoffwechselreaktionen und deren Energieverhältnisse und kurze Hinweise auf die Ernährung. Darin unterscheiden sich indessen die Mikroorganismen untereinander in sehr weitgehendem Masse, so dass es schade ist, wenn Makroorganismen, die diesbezüglich sehr enge Beziehungen zu Mikroorganismen haben, hier weggelassen werden müssen. Ähnliche Überlegungen drängen sich auf bei der Besprechung von Wachstum und Fortpflanzung der Mikroorganismen.

Bei der Besprechung der Oekologie der Mikroorganismen, die im letzten Drittel des Buches enthalten ist, finden wir manche Angaben über die nahen Verbindungen zwischen Mikro- und Makroorganismen. Im Kapitel über die Mikrobiologie des Bodens erkennen wir sowohl die engen Beziehungen zwischen der Struktur und dem Chemismus des Bodens und dem Leben der Mikroorganismen, also auch die Bedeutung der Makroorganismen, seien es Pflanzen mit ihrem Wurzelwerk oder tierische Organismen verschiedenster Art.

Die Mikrobiologie der Luft und diejenige des Wassers behandeln derart verschiedenartige Probleme, dass wir sie lieber in getrennten Kapiteln besprochen sähen. Da für die Mikrobiologie des Wassers, die ja bedeutende Teile der Ozeanologie und der theoretischen und angewandten Limnologie bearbeitet, knapp 20 Seiten zur Verfügung stehen, werden «hydromikrobiologische» Forschungsergebnisse kaum gestreift; hydrobakteriologische Angaben beschränken sich hier auf die Anforderungen an Wasserversorgungen. Verfahren zur Abwasserreinigung sind ebenfalls erwähnt, allerdings ohne Besprechung der heute im Brennpunkt stehenden biologischen Probleme der Verhütung von Algenwucherungen in Gewässern, z.B. durch Elimination des Phosphors aus den Abwässern.

Im Kapitel Mikroorganismen und Pflanzen finden wir eine kurze Zusammenfassung über Pflanzenkrankheiten und Hinweise auf Symbiosen, so auch auf Flechten; hier wäre ein Eingehen auf die «Flechtenstoffe» am Platze (meist organische Säuren mit hohem Schmelzpunkt), die bis vor zweieinhalb Jahrzehnten als ein Stoffwechselprodukt der Flechten angesehen wurden, sich aber auf Grund von Reinkulturen als typische «Pilzstoffe» erwiesen (Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, 1939, *9*). Das Kapitel Mikrooganismen und Tiere bringt Angaben über Infektionskrankheiten von Tier und Mensch.

Weitere Kapitel sind der Mikrobiologie von Nahrungsmitteln, Textilien und Holz gewidmet und der Auswertung der Fermentation für industrielle Zwecke. Ein Anhang gibt Einblicke auf Untersuchungsmethoden.

In seiner gutgegliederten Darstellung dürfte sich dieses Buch vor allem für Studierende der Naturwissenschaften und der Medizin eignen und allen, die sich für die Biologie der Organismen interessieren, eine willkommene Übersicht geben.

E. A. Thomas

Heidermanns, Curt und Kirschner-Kühn, Inge: Die Ausscheidung von Wirkstoffen im Harn von Wild- und Nutztieren. II. Die Ausscheidung der 17-Ketosteroide und der 17ketogenen Steroide. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1044. Westdeutscher Verlag, Oppladen/Rheinland. DM 23.—.

Im vorliegenden Forschungsbericht wurde die Frage untersucht, inwieweit die in der humanen Physiologie zu so grosser Bedeutung gelangte Bestimmung der neutralen 17-Keto- und 17ketogenen Steroide auf das Tierreich übertragen werden kann, und ob ähnliche Korrelationen wie beim Menschen bestehen. Solche Untersuchungen sind für die vergleichende Physiologie der Säugetiere von erheblichem Interesse. Ähnliche oder unterschiedliche Effekte bei den verschiedenen Tierarten können aber auch in Bezug auf ihre systematische und phylogenetische Stellung wichtige Aufschlüsse vermitteln.

Die angewandten Bestimmungsmethoden werden in der vorliegenden Arbeit eingehend dargelegt und hinsichtlich der mit m-Dinitrobenzol mitreagierenden Chromogene kritisch gewürdigt. Die Autoren überprüften im Rahmen ihrer Möglichkeiten die nach der Zimmermann-Pontius-

Die Autoren beschreiben und diskutieren eingehend
ausscheidung abhängig sein kann, wie z.B. Harnvolumer
Gewicht, Geschlecht, Lebensalter, Schwangerschaft, Stres
zum besseren Verständnis bei und erleichtern den Überb
Die Arbeit wirkt klar und gründlich und vermittelt d

HUBER, BRUNO: Grundzüge der Pflanzenanatom
stellung. Springer-Verlag, Berlin 1961, 243 S., 199 Fig.

Im vorliegenden Werk versucht der Verfasser in gedr
den heutigen Stand der Pflanzenanatomie zu erläutern.
historisch-entwicklungsmässiger Abriss über die Präparati
mittel der Pflanzenanatomie den drei Teilen vorangestellt.
(Elektronenmikroskopie, Phasenkontrast usw.) besonderes

Der erste Teil führt uns durch die Zellenlehre und be
«omne vivum e vivo», welches heute in der Form «omne
schrieben wird. In anschaulicher Weise sind die lebender
Plastiden) und die toten Zellbestandteile (Vacuolen, feste Z
Anhand von Beispielen zeigt uns der Autor, wie viele Th
durch das Lichtmikroskop ergaben, in schönster Weise d
wurden. Man denke an die Micellular-Theorie von NÄGELI.
mikroskopes sei hier auf die Entdeckung des endoplasmati

Der zweite Teil behandelt die Anatomie der Vegetatior
gende und letzte Teil diejenige der Fortpflanzungsorgane
Buches zeigen deutlich den Wandel der Pflanzenanatomie.
die ehemals tote Anatomie zu einer lebendigen Wissenschaf
nicht als Einzelteile betrachtet, sondern in ihrer ontogen
ihrem Organzusammenhang. Diese Betrachtungsart wird
übersicht mit derjenigen von HABERLANDTS «Physiologische

ISRAEL, H. und KREBS, A.: Kernstrahlung in der Geophysik. Ganzleinen, XV + 430 S., 112 Fig., Springer-Verlag, Berlin 1962. Preis DM 60.—.

Das Buch behandelt in umfassender Weise die Radioaktivität der Erde. In 12 in sich geschlossenen Kapiteln vermitteln 14 Spezialisten aus Deutschland, Frankreich, Schweden und den USA die Grundlagen und neuesten Erkenntnisse dieses Forschungsgebietes der Geophysik, das in den letzten 30 Jahren und besonders im Zuge der wahrhaft ungeheuerlichen Entwicklung der Kernphysik gewaltig an Bedeutung gewonnen hat. Seit dem Erscheinen des ausgezeichneten Werkes «Nuclear Geology» 1954, herausgegeben von H. FAUL, sind, nicht zuletzt im Gefolge des Internationalen Geophysikalischen Jahres und durch Messungen mit Hilfe künstlicher Satelliten, zahlreiche neue Erkenntnisse und ein sehr umfangreiches Beobachtungsmaterial besonders über die von den Ozeanen eingenommenen Gebiete der Erde und die Atmosphäre bekannt geworden.

Die ersten drei Kapitel sind der Radioaktivität der Lithosphäre, der Ozeane und des festländischen Wassers gewidmet. Es werden jeweils sowohl die natürliche Radioaktivität als auch die radioaktiven Forschungsmethoden dargestellt. Eine besondere Arbeit gibt eine Übersicht über die für die Geologie so bedeutsamen Methoden radioaktiver Altersbestimmung der Gesteine und Ozeansedimente. Der Hauptteil des Werkes befasst sich mit der Radioaktivität der Atmosphäre. Die Radioaktivität der Atmosphäre und der Wasserhülle ist dreierlei Ursprungs: In den natürlichen Hauptzerfallsreihen der Mutterelemente U^{238}, U^{235} und Th^{232} treten gasförmige Zwischenglieder, die sogenannten Emanationen auf, die durch geologische Vorgänge aus der Erdkruste in die Wasser- und Lufthülle eintreten. Hinzu kommen die radioaktiven Isotope, welche durch die kosmische Strahlung, der am Schluss des Werkes ein besonderes Kapitel gewidmet ist, erzeugt werden und neuerdings die durch den Menschen künstlich erzeugte Radioaktivität. Gerade die Gefährdung des Lebens durch die künstliche Radioaktivität, vor allem im Gefolge der Atombombenexplosionen, hat die Untersuchungen über Messmethoden, Transport und Verteilung der Radioaktivität in der Atmosphäre, über die Bedeutung der Aerosole, über die Physik des «Fall-out» ganz besonders intensiviert. Jedem dieser Probleme sind im vorliegenden Werk besondere, ausführliche Kapitel gewidmet. Ein letztes grosses Kapitel befasst sich mit den biologischen Effekten natürlicher Kernstrahlungen in der Geophysik, speziell aber mit der durch den Menschen geschaffenen radioaktiven Umweltverseuchung. In einer Entwicklung von rund 2000 Millionen Jahren hat sich das Leben dem naturgegebenen, dynamischen radioaktiven Gleichgewicht angepasst. Der Mensch, der selbst erst sozusagen seit wenigen Augenblicken an diesem Leben überhaupt teilnimmt, beginnt in mutwilliger Vermessenheit dieses Gleichgewicht zu stören. Er wird es nicht ungestraft tun dürfen.

Die Herausgeber waren bestrebt, das Thema in all seinen Aspekten zur Darstellung zu bringen. Die Ausführungen der einzelnen Artikel, je nach Autor in englischer oder deutscher Sprache geschrieben mit guten deutschen oder englischen Zusammenfassungen, sind der riesigen Stoffülle wegen eher knapp gehalten und stets von sehr ausführlichen Literaturverzeichnissen, praktisch alles Arbeiten, die in den letzten 10 Jahren erschienen sind, begleitet. Ein Anhang mit zwei Tabellen der natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen, ein Autorenverzeichnis mit ca. 1800 Namen und ein praktisches Sachverzeichnis Deutsch-Englisch und Englisch-Deutsch erhöhen den Wert dieses Werkes. Man ist den Autoren für die ausgezeichnete umfassende sachliche Orientierung und dem Verlag für die Herausgabe des Buches über dieses aktuelle Thema zu grossem Dank verpflichtet.

N. PAVONI

LESSING, LAWRENCE P.: Verständliche Chemie (Understanding Chemistry). Deutsche Übersetzung aus dem Englischen von HANS HAAS und KURT ZINGRAF. Band 16 aus Wissenschaft und Kultur. Birkhäuser-Verlag, Basel und Stuttgart 1962. 208 S., 12 Abb. Fr. 16.50.

Der Verfasser stellt die Chemie als eine, das Leben des 20. Jahrhunderts am stärksten prägende Revolution hin. Er begründet, dass die Chemie in den vielfältigen Wechselwirkungen die Erkenntnisse sämtlicher Naturwissenschaften entscheidend gefördert und dass sie einen wesentlichen Beitrag zu den Errungenschaften der verschiedensten Industrien geleistet hat, indem sie für die riesigen Bedürfnisse der Neuzeit überall spezifische Stoffe entwickelt hat. Die Arzneimittelforschung, die biochemischen Erkenntnisse und damit die Erforschung des Lebens selbst haben dank der Chemie

, die sich für die chemische Welt inte
Lehrbuchcharakter dar; selbst dem Chemik
geschichte und die heute aktuellen Forschung

NEUGEBAUER, O.: The Astronomical Tab
Selsk. 4, No. 2 (1962).

Die Edition der «Astronomische Tafeln des M
Vidensk. Skrifter, 7. R., Hist og filos. Afd. 3,1 [19.
arbeiten von A. BJØRNBO und R. BESTHORN besor
Wert angsprochen werden. Diese Tatsache könnte
nen der im Titel genannten 250seitigen Arbeit von C
with Commentaries of the Latin Version edited by 1
MS 283.»

Es dürfte daher an dieser Stelle erwünscht sein, k
die wir unter drei Gesichtspunkten betrachten könn

1. Sie bietet eine gut lesbare englische Übersetzur
Textes (die Tabellen werden nicht reproduziert, man
Bereits SUTER stellte sich die Frage, «ob es wohl nö
folgen zu lassen, da der Gegenstand oft sehr kurz un
damit dem Leser doch nur halb gedient wäre, denn v
mie nicht bekannt ist, könnte mit einer blossen Übers
solchen ein Kommentar beigegeben werden». SUTE
Die Aufgabe, das Werk durch eine kommentierte
NEUGEBAUER in Fortsetzung der «ausserordentlich w

2. Der Kommentar ist nicht nur für das vorliegenc
sondern wird für jeden, der sich mit mittelalterliche
möchten nur einige wenige Punkte herausgreifen. D
der Arbeit des Referenten (Die mittleren Bewegung
diese Vierteljahrsschrift 106 [1961], S. 213–231) und
Bei jedem astronomischen Tafelwerk muss die Epo
dem aus die Bewegungen gezählt werd
wie diese julianisch z

sich die mittelalterlichen Tafelwerke in der Wahl der Grösse der Parameter. Ein solches Verzeichnis ist daher von grossem Wert. – Dass bei der genauen Durchforschung älterer Werke mitunter überraschend schöne Funde getätigt werden, zeigt sich bei der Betrachtung der Parallaxenbestimmung des Mondes. Die Komponenten der Parallaxe in Länge als Funktion des Stundenwinkels und in Breite als Funktion der Zenitdistanz wird mittels einer einzigen Tabelle ermöglicht. Was deren Berechnung anbetrifft, zeigt NEUGEBAUER, dass sie ganz dieselbe ist wie bei J. KEPLER (Werke Bd. 2 und 3). So hat das Verfahren von KEPLER bereits in der indischen Astronomie seinen Vorläufer. –

3. SUTER schreibt in den Nachträgen zu seiner Ausgabe: «Als die Arbeit schon zur Hälfte gedruckt war, erhielt ich von Herrn Prof. C. H. HASKINS in Cambridge (Mass.) die Mitteilung, dass im Ms. 283 des Corpus Christi Coll. in Oxford eine Abschrift von ATHELHARDS Übersetzung der Tafeln Khwârizmîs vorhanden sei.» Dieses Manuskript konnte SUTER nicht mehr berücksichtigen. NEUGEBAUER publiziert dieses Manuskript, soweit es von der Edition SUTER abweicht sowie die Tafeln (1–56). Die Abweichungen sind beträchtlich, wir nennen die folgenden: Die arabischen Jahre und Monate werden durch julianische ersetzt. Dies erschwerte den unmittelbaren Vergleich. – Dabei werden aber auch gewisse Parameter geändert, z.B. die mittlere Bewegung der Sonne und der Planeten in Länge. Auch ist die Epoche der Tafeln eine andere, sie stimmt mit derjenigen der berühmten Tafeln von Toledo überein. – Ferner enthält das Manuskript eine interlineare Ergänzung in indischen Ziffern (gegenüber den römischen des Textes). Diese weicht in den Parametern ab und zeigt eine nähere Verwandtschaft mit der Fassung von Khwârizmî. – Zusammenfassend formuliert NEUGEBAUER sein Urteil dahin, dass SUTER vollständig richtig den zusammengesetzten Charakter des Werkes erkannt hat: Indische Teile und hellenistisch-arabische Teile. Dieser Charakter darf noch stärker betont werden. Wir sind (mit der vorhandenen Ausgabe, die eine Bearbeitung des Werkes von Khwârizmî durch Al-Madjrîtî in der lateinischen Übersetzung des Athelhard von Bath ist) viel weiter entfernt vom ursprünglichen Zij des Khwârizmî, als man zunächst annehmen könnte.

Diese Bemerkungen mögen zeigen, wie viel uns noch fehlt, um die mittelalterliche Astronomie einigermassen zu kennen. Es fehlen einerseits die Editionen (z.B. der Tafeln von Toledo) und es fehlt andererseits ein kritischer Vergleich der verschiedenen Tafeln. Nur ein solcher könnte ermöglichen, die zu Grunde liegenden astronomischen Fortschritte zu erkennen.

(Nach einem Referat im mathematikgeschichtlichen Kolloquium, am 18.September 1962, im Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach.)

J. J. BURCKHARDT

POLYA, GEORG: Mathematik und plausibles Schliessen. Bd. I: Induktion und Analogie in der Mathematik. Ins Deutsche übersetzt von LULU BECHTOLSHEIM. Verlag Birkhäuser, Basel 1962, 403 S.

Dieses Werk ist in zwei Bänden in englischer Sprache, in der University Press von Princeton, New Jersey, USA erschienen. Nunmehr liegt eine sorgfältige deutsche Übersetzung des I. Bandes vor.

Das Werk stellt auf höherer Basis eine Fortsetzung des sehr bekannten Büchleins des Verfassers «How to solve it» dar, das in verschiedenen Auflagen und in mehreren Sprachen, insbesondere auch der deutschen, erschienen ist. Wesentliche Teile des obigen Werkes hat der Verfasser in seinen Gastvorlesungen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich vorgetragen, wo er knapp 20 Jahre als Privatdozent und o. Professor vor seiner Übersiedlung an die Standford-University gewirkt hatte.

Während sich der Band I mit der Induktion und Analogie in der Mathematik befasst, behandelt der II. Band Typen und Strukturen plausibler Folgerung.

Der Verfasser will vor allem zeigen, wie die mathematischen Resultate entstehen, wie sie gefunden werden. Der Anfang mathematischer Erkenntnisse beruht stets auf Vermutungen, die durch plausibles Schliessen entdeckt und gestützt werden. Die eigentliche logische Gültigkeit muss durch demonstratives Schliessen erfolgen. Die meisten Nichtmathematiker betrachten, teils wegen einer gewissen Einseitigkeit des Mathematikunterrichtes, die Mathematik als rein demonstrative Wissenschaft, ohne an ihre Entstehung zu denken, die auf plausiblem Denken, – auf Erraten – auf Versuchen fusst. Grosse Mathematiker sind stets Meister des plausiblen und demonstrativen Denkens. Im plausiblen

Denken manifestiert sich der phantasiereiche Entdecker neuer mathematischer Zusammenhänge, im demonstrativen Denken der Meister logischer Konstruktionen.

Der Verfasser will durch die Darstellung und Besprechung grosser und kleiner mathematischer Entdeckungen vor allem den Übergang vom plausiblen zum demonstrativen Denken zeigen. Die Beispiele sind aus den verschiedensten Gebieten der Mathematik wie Zahlentheorie, Geometrie, Differential- und Integralrechnung sowie der physikalischen Mathematik entnommen. Zum Teil werden klassische Probleme durchexerziert wie z.B. der Pythagoräische Lehrsatz, die Goldbach'sche Vermutung in der Zahlentheorie, das isoperimetrische Problem, Beispiele aus der Astronomie usw. Jeden Kapitel folgen eine Fülle schöner leichterer und schwierigerer Aufgaben (Lösungen am Ende des Bandes), welche Gelegenheit dazu geben, den vorangegangenen Stoff zu üben.

Im I. Band sollen die dargestellten Beispiele das Problem der Induktion als Spezialfall plausiblen Schliessens erleuchten. Der Verfasser ist der Ansicht, dass das Problem der Induktion in enger Berührung mit der Praxis der Naturwissenschafter betrachtet werden sollte. Mit dem Studieren und Vergleichen von Beispielen plausiblen Schliessens werden Erkenntnisse über induktives Schliessen gewonnen und damit kann der Verfasser dann im II. Band die Untersuchung der Induktion auf induktive Weise durchführen.

Die ganze Darstellung verrät den bedeutenden Mathematiker und hervorragenden Lehrer, kurz gesagt den Meister. An mathematischen Vorkenntnissen werden ungefähr diejenigen eines Maturanden (einzelne Beispiele verlangen etwas mehr) vorausgesetzt; die ganze Darstellung ist ausführlich und sehr klar. Die Beispiele sind sehr sorgfältig überlegt, aus den verschiedensten Epochen und Gebieten gewählt und müssen auch Nichtmathematiker erfreuen.

Es wäre sehr zu wünschen, dass vor allem Mathematiklehrer dieses Buch einem ernsthaften Studium unterzögen. Gerade heute, im Zeitpunkt des Umbruches des Mathematikunterrichtes bietet das Werk eine Fülle reicher Anregungen und Ratschläge, auch hinsichtlich der Wahl des Stoffes. Das Buch sollte überhaupt von allen denjenigen studiert werden, die sich ernstlich um eine saubere und angemessene Durchdringung mathematischen Denkens in andern Disziplinen bemühen.

Inhaltsverzeichnis

			Seite
Kapitel	I	Induktion	21–33
	II	Verallgemeinerung, Spezialisierung, Analogie	33–66
	III	Induktion in der Geometrie des Raumes	66–99
	IV	Induktion in der Zahlentheorie	100–122
	V	Diverse Induktionsbeispiele	123–142
	VI	Eine allgemeine Formulierung	143–166
	VII	Vollständige Induktion	167–184
	VIII	Maxima und Minima	185–214
	IX	Physikalische Mathematik	215–251
	X	Das isoperimetrische Problem	252–282
	XI	Weitere Arten plausibler Argumente	283–310
Schlussbemerkung			311
Lösungen			311–401
Bibliographie			402–403

W. Saxer

Scheidegger, Adrian E.: Theoretical Geomorphology. XII + 333 S., 163 Abb., Springer-Verlag, Berlin 1961.

Die Geomorphologie hat zum Ziel, die heutigen Formen der festen Erdoberfläche zu beschreiben und ihre Entstehung zu erklären. Die Oberflächenformen der Erde entstehen aus dem wechselreichen Zusammenspiel endogener, innenbürtiger und exogener, aussenbürtiger Vorgänge. Während die erdäusseren Vogänge, wie zum Beispiel die Tätigkeit des Wassers, des Eises, des Windes, direkter Beobachtung und damit eher einer objektiven Beschreibung zugänglich sind, sind wir bei einer Be-

schreibung der endogenen Vorgänge, die zudem vielfach sehr langsam ablaufen, auf indirekte Beobachtungen und vermehrte Annahmen angewiesen. Dennoch besteht kein Zweifel, dass die endogenen Vorgänge einen entscheidenden Einfluss auf die Gestaltung des Erdreliefs ausüben. Es ist wohl die vornehmste Aufgabe der Geomorphologie hier Gesetzmässigkeiten aufzufinden und anhand der Ausbildung der Oberflächenformen Aussagen über die jungen und rezenten Bewegungen der Erdkruste zu gewinnen. Hierin kommt denn auch die innige, unlösbare Verbundenheit der Geomorphologie mit der Geologie zum Ausdruck.

Den Stand unserer Erkenntnisse über die endogenen Vorgänge hat A. E. SCHEIDEGGER 1958 in seinem Werk «Principles of Geodynamics», von dem in wenigen Monaten eine zweite Auflage erscheinen soll, dargestellt und kritisch gewürdigt. In sinnvoller Ergänzung behandelt der Autor im vorliegenden Werk die erdäusseren Vorgänge, soweit Versuche einer physikalisch-mathematischen Erfassung vorliegen, und unterzieht sie in meist knapper, doch klarer Weise einer theoretischen Betrachtung. Wie der Autor in der Einleitung selbst bemerkt, soll im vorliegenden Werk der Begriff Geomorphologie in einem mehr einschränkenden Sinne gebraucht werden, das heisst es sollen lediglich diejenigen Oberflächenformen betrachtet werden, die durch die exogenen Vorgänge geschaffen werden. Damit wird dem Begriff Geomorphologie wohl etwas viel Gewalt angetan. Das Werk behandelt im Wesentlichen diejenigen Vorgänge, die in der allgemeinen Geologie jeweils unter dem Abschnitt «Exogene Dynamik» beschrieben werden.

Im ersten Kapitel gibt SCHEIDEGGER zunächst eine Einführung und einen ausführlichen Überblick über die behandelten Gebiete (38 Seiten). Anschliessend werden kurz die grundlegenden Gleichungen der Hydrodynamik und Rheologie besprochen (15 Seiten). Das umfangreiche dritte Kapitel (65 Seiten) ist dem Problem der Entstehung der Gehänge (slopes) in weitestem Sinne gewidmet. Die Theorien der Hangrückwitterung von O. LEHMANN (s. Vierteljahrsschrift, *78*, 1933, S. 83 ff.), J. P. BAKKER u.a. werden kritisch gewürdigt und zum Teil weiterentwickelt. Die theoretische Betrachtung führt zu höchst interessanten und bedeutsamen Schlüssen, insbesondere in der Frage nach der Entstehung der konkaven und konvexen Gehänge. Das vierte Kapitel (58 Seiten) behandelt die Vorgänge im Flussbett. Auf diesem Gebiet sind in letzter Zeit durch Untersuchungen im Feld und grossmasstäbliche Experimente in Laboratorien viele Erkenntnisse gewonnen und theoretisch verarbeitet worden.

Während die Vorgänge am Hang und im Flussbett theoretisch relativ gut erfassbar sind, weil sie ohne allzu grosse Abstraktion gesondert betrachtet werden können, sind die Vorgänge der Talbildung oder der Entstehung ganzer Einzugsgebiete (Kapitel V, 22 Seiten) so komplex, dass sie auch im Experiment theoretisch kaum zu erfassen sind. In Kapitel VI (58 Seiten) wird die geomorphologische Tätigkeit grosser bewegter Wassermassen behandelt. Hierzu gehören die vielfältigen Vorgänge im Bereich der Küste und der Flussmündungen, die Turbidity currents und Meeresströmungen. Es folgt das Kapitel über die Tätigkeit des Eises (31 Seiten). Nach einem Hinweis auf die verschiedenen Theorien, über die Ursachen der Eiszeiten werden die Gesetze der Eisbewegung und Permafrostprobleme behandelt. Ein weiteres Kapitel (19 Seiten) ist der Tätigkeit des Windes und der durch ihn geschaffenen Formen gewidmet. Im letzten Kapitel (16 Seiten) werden einige besonders ausgewählte Themen behandelt: Die Wasserbewegung und Höhlenbildung im Karst, thermale Erscheinungen, Geysire und Nuées ardentes, und spezielle Erscheinungen der Badlanderosion. Ein ausführliches Autorenverzeichnis und ein Sachverzeichnis beschliessen den wertvollen Band.

Es gibt über die exogenen Vorgänge eine grosse Anzahl, weit zerstreuter, theoretischer Arbeiten. Gerade in den letzten Jahren hat ihre Zahl, zum Teil im Gefolge des Internationalen Geophysikalischen Jahres, zum Teil im Zuge der wachsenden Bedeutung der Geophysik im allgemeinen, sehr stark zugenommen. Es ist das grosse Verdienst SCHEIDEGGERS im vorliegenden Werk zum ersten Mal einen Grossteil aller dieser Arbeiten gesammelt, kritisch gewürdigt und vielfach ergänzt zu haben. Sowohl ältere Originalarbeiten wie auch die neueste Literatur sind voll berücksichtigt worden. A. E. SCHEIDEGGER, übrigens ein Basler und in Zürich aufgewachsen, ist dipl. Physiker ETH. Er war bis vor kurzem Professor für Mathematik an der Universität von Alberta, Canada, und ist jetzt Professor für Petrophysics an der Universität von Illinois, USA. Durch seine langjährige Tätigkeit als Research Associate der Imperial Oil Limited, Calgary, und als Consulting Geophysicist ist er mit geologischen Problemen vertraut und daher wie kaum ein zweiter für die Behandlung des vorliegenden Problemkreises berufen. Sein neues Werk füllt eine empfindliche Lücke und wird wie dessen älterer Bruder, die «Principles of Geodynamics», rasch weite Verbreitung finden.

N. PAVONI

SCHWARZENBACH, F.H.: Botanische Beobachtungen in der Nunatakkerzone Ostgrönlands zwischen 74° und 75° n. Br. Meddelelser om Grœnland, Band 163, Nr. 1, 1961.

Für die Florengeschichte unserer Breiten waren die Eiszeiten von entscheidender Bedeutung. Man nimmt an, dass Nunatakker gewissen Pflanzen die Möglichkeit zur Überdauerung eines Eisvorstosses boten. Die vorliegende Arbeit an rezenten Nunatakkern lässt Schlüsse auf die damaligen Lebensbedingungen in eisumschlossenen Gebieten zu. Der untersuchte Raum, zwischen den Einzugsgebieten zweier riesiger Gletscher, scheint ein ausgesprochen kontinentales Klima mit trockenen Sommern aufzuweisen. Föhnartige Winde wehen vom Inlandeis Richtung Aussenküste. Nur die Monate Juni bis August weisen positive Temperaturmittel auf. Die Artenzahl der Gefässpflanzen nimmt gegen das Inlandeis ab. Bei günstiger Exposition liegt die Vegetationsgrenze in der Nunatakkerzone auf 1600 m, gegen die Aussenküste sinkt sie bedeutend ab. Für den Feuchtigkeitshaushalt der Pflanzen sind wegen der geringen Niederschläge winterliche Schneebedeckung und Verlauf des Dauerfrosthorizontes entscheidend. Die starke Verdunstung führt zu ariden Böden. Neben der Besprechung der einzelnen Arten und ihren Standortsansprüchen kommen pflanzensoziologische Fragen eingehend zur Behandlung.

Das Buch ist mit zwei Karten und 25 Photos, meist Flugaufnahmen ausgestattet, die eine gute Vorstellung über die Landschaft vermitteln. Auch dem Nichtbotaniker bietet es viel Interessantes.

W. WINTER

SUTER, HANS und HANTKE, RENÉ: Geologie des Kantons Zürich. Brosch., 172 S., 84 Fig. Verlag Leemann, Zürich 1962. Fr. 6.80.

Mancher Zürcher wird sich in einer Stunde stiller Musse bei der Betrachtung der vertrauten Landschaft schon gefragt haben, wie diese wohl entstanden sei, der See, die Albiskette mit ihren scharf gezeichneten, markanten Formen, die Berge in der schimmernden Ferne. Wer, angeregt durch des stillen Augenblickes Zauber, die aufgetauchten Fragen weiterhin verfolgt, hartnäckig weitersucht und weiterfragt, dem öffnet sich ganz unverhofft ein ungeahntes, wundervolles Reich, das sich hineinzieht in unvorstellbar weit zurückliegende Zeiträume. Ausgehend von den heutigen natürlichen Veränderungen der Landschaft, so einzigartig schön gezeigt am Beispiel der Falätsche, wird er tiefer vordringen. Er wird auf die merkwürdigen Ablagerungen der Eiszeit stossen, die ihrerseits der vielen hundert Meter mächtigen Serie der Molasseschichten aufruhen. Was für Schichten folgen unter der Molasse, wo kommen sie zum Vorschein? Weiter und weiter wird sich der Kreis der Fragen und des Interesses ziehen.

Allen denjenigen, die sich bereits mit den Problemen der Zürcher Geologie beschäftigt haben und ganz besonders für diejenigen, welche etwas erfahren möchten über die Entstehungsgeschichte unserer Landschaft, wird die Schrift von HANS SUTER und RENÉ HANTKE ein vortrefflicher Wegleiter sein. Das vorliegende Werk ist eine Neubearbeitung und stark erweiterte Fassung der 1939 erschienenen «Geologie von Zürich» von H. SUTER, die seit vielen Jahren vergriffen war. In der Gliederung des Stoffes folgt es im Prinzip seinem bewährten Vorgänger.

Das erste Kapitel gibt einleitend einen Überblick über die Geschichte der geologischen Erforschung des Kantons Zürich. (Man vermisst hier einzig einen Hinweis auf die erste, umfassende und grundlegende geologische Beschreibung unseres Kantons durch ARNOLD ESCHER VON DER LINTH aus dem Jahre 1844). Anhand eines geologischen Profiles von der Windgälle bis zum Schwarzwald wird sodann die Geologie von Zürich in ihren grossen Rahmen hineingestellt.

Anschliessend werden am klassischen Beispiel der Lägernkette die mesozoischen Gesteinschichten, die ältesten Ablagerungen im Kanton Zürich, ihre Ausbildung, Abfolge, Fossilinhalt und tektonische Lagerung beschrieben. Ausserordentlich instruktiv für das Verständnis des tektonischen Baues ist die Abfolge von sechs Querprofilen durch die Lägernkette von Regensberg bis Baden und ihre genetische Deutung Seite 30/31.

Das umfangreichste Kapitel ist den jungtertiären Molassebildungen gewidmet. Gerade in Bezug auf die geologische Erkenntnis der Zürcher Molasse, das heisst der Oberen Süsswassermolasse (OSM) des Kantons Zürich, sind in den letzten zehn Jahren grosse Fortschritte gemacht worden. Dank der Entdeckung von Leithorizonten wurde es möglich, die monotonen Serien der OSM lithologisch

zu gliedern: Käpfnacher Schichten = untere OSM, Meilener- und Zürich-Schichten = mittlere OSM, Pfannenstiel- und Uetlibergschichten = obere OSM. Ebenso gelang es, den genauen Verlauf der Wädenswil-Synklinale, der Käpfnach-Grüningen-Antiklinale und der Uetliberg-Synklinale festzulegen und bedeutsame Bruchstörungen im Zürichseetal nachzuweisen. Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von reinen vulkanischen Aschenlagen inmitten der Molasseschichten.

Ebenfalls beträchtlich an Umfang zugenommen hat das Kapitel über die eiszeitlichen Bildungen. Die eiszeitlichen Ablagerungen sind sehr komplexer Natur. Die Isoliertheit vieler Vorkommen, lokaler rascher Wechsel zur Zeit der Ablagerung, spätere Überprägung und Erosion erschweren die Erkenntnis der Zusammenhänge. Über die altersmässige Zuordnung gewisser Moränen- und Schottervorkommen sind gerade in letzter Zeit widersprechende Auffassungen geäussert worden. Die Anzahl der Eiszeiten und Vorstösse ist umstrittener denn je. Diesen naturgemässen Schwierigkeiten versuchen die Autoren nach Möglichkeit Rechnung zu tragen und sie an einigen Quartärprofilen konkret zu erläutern. Wertvoll sind die neuhinzugefügten Abschnitte über Löss und Löss-Stratigraphie und über Flora und Fauna des jüngeren Eiszeitalters. Klarer werden die Verhältnisse nach dem Rückzug der letzten eiszeitlichen Gletscher. Die Tabelle Seite 123, basierend auf pollenanalytischen Untersuchungen, gibt einen ausgezeichneten Überblick über die Entwicklung der Vegetation in den letzten 10 000 bis 12 000 Jahren und lässt einen abermals die Schwierigkeiten der Quartärchronologie erahnen.

Das letzte Kapitel vermittelt dem Leser eine willkommene Gesamtschau über die Vorgeschichte und das Werden der Zürcher Landschaft. Eine erdgeschichtliche Tabelle, eine Erklärung von über 80 häufigen geologischen Fachausdrücken, ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis und ein wertvolles Ortsverzeichnis beschliessen das Werk. Die Arbeit konnte dank zahlreichen Subventionen ausserordentlich reich und gut illustriert werden. Der bescheidene Preis wird jedermann die Anschaffung ermöglichen. Eine dazugehörige farbige geologische Karte des Kantons Zürich soll in 2 bis 3 Jahren herausgegeben werden.

Möge das Werk eine weite Verbreitung finden und mit zu einem vertieften Verständnis und zu grösserer Ehrfurcht vor der uns überlieferten Landschaft beitragen, dies ganz besonders in unserer Zeit der hemmungslosen Herrschaft der Bulldozer und Strassenbaumaschinen – denken wir nur an die brutale Zerstörung der einzigartigen Moränenlandschaft des mittleren und nördlichen Zimmerberges.

N. PAVONI

•

VOGEL, FRIEDRICH: Lehrbuch der allgemeinen Humangenetik. 753 Seiten, 333 Abbildungen und eine Farbtafel. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961. DM 88.—.

In den angelsächsischen Ländern hat sich in den letzten Jahrzehnten die Vererbungslehre zu einem zentralen Forschungsgebiet innerhalb der Wissenschaften vom Leben entwickelt. Infolge der grossen methodischen Schwierigkeiten war unter ihren zahlreichen Objekten der Mensch stets weniger bekannt als manche Tiere und Pflanzen. In der allerletzten Zeit aber hat die menschliche Erbforschung aufzuholen begonnen, besonders seit sie stärker in das Blickfeld der Medizin geraten ist. In der deutschsprachigen Literatur spiegelt sich diese Entwicklung nur als ein ziemlich matter Widerschein. Dabei geht die Bedeutung des Wissenschaftszweiges «Humangenetik» weit über medizinische Belange hinaus: sie greift tief in das Leben jedes Einzelnen und muss für das praktische und philosophische Selbstverständnis der Menschheit eine bedeutsame Rolle spielen. Allein schon die Frage nach erblichen Anteilen an Gesundheit und Krankheit, an Wohlgestalt oder Missbildung, müssen für jeden in der Zwiesprache mit seinem Schicksal bedeutsam sein, – wieviel mehr erst die Frage nach der erblichen Bestimmtheit der psychischen Konstitution und damit des ganzen Komplexes von Willensfreiheit, Schuld und Strafe. So ist ein Lehrbuch der allgemeinen Humangenetik nicht nur ein Fachwerk zur medizinischen Aus- und Fortbildung; es ist zugleich ein hochfliegendes Unternehmen, in das Elemente einer umfassenden Lebenslehre, ja sogar der Philosophie eingehen müssen.

An neueren Werken besitzen wir in deutscher Sprache die ausgezeichneten «Grundlagen der menschlichen Erblehre» von C. STERN in der Übersetzung aus dem Englischen sowie die materialreiche «Genetik des Menschen» von O. v. VERSCHUER. VOGELS Buch ist erheblich umfangreicher als das von STERN, es setzt sich thematisch ein anderes Ziel als das von VERSCHUER. Welches ist dieses Ziel? Wie hat VOGEL es angesteuert?

Getreu dem im Titel ausgedrückten Programm sind die behandelten Themenkreise Teile einer allgemeinen Humangenetik, in der das Spezielle nur als Beispiel erscheint, d.h. die ganze Darstellung ist auf die zentralen, allgemeinen Gesetzmässigkeiten hin angelegt, alle Beispiele sind um solche grundsätzlichen Gegebenheiten herumgruppiert. Das mag wie ein Widerspruch in sich wirken, da auf den ersten Blick die Humangenetik kaum mehr als eine Sammlung spezieller Ergebnisse zu sein scheint, – schliesslich ist kein einzige Grundregel der Genetik (vielleicht mit Ausnahme von GALTONS vielzitiertem Konzept der «inborn errors of metabolism») an menschlichem Material erarbeitet worden. Doch können natürlich Beispiele für allgemeingültige Gesetze von beliebigen Objekten bezogen werden. VOGEL verwendet, wo immer möglich, menschliches Material, aber er übertreibt das nicht; oftmals treten die klassischen Objekte der Genetik – *Drosophila, Neurospora,* Bakterien und Viren – als Akteure auf, wo sonst eine Lücke entstehen müsste.

Das Buch ist in elf Teile gegliedert: es beginnt mit einem kurzen Blick auf die Geschichte der Humangenetik, dann folgt eine Besprechung der stofflichen Grundlagen der Vererbung, d.h. Keimzellenbildung, Befruchtung, Biochemie der Erbmasse. Nachdem so ein Fundament gelegt ist, folgen Teile über die formale Genetik des Menschen, über Grundlagen der Statistik, über die Zwillingsmethode und über Mutationen. Moderne Entwicklungen treten uns besonders in den dann folgenden Teilen über Phänogenetik und Populationsgenetik entgegen; sie leiten über zu Gedanken über das Woher und Wohin der Menschheit und der Erblichkeit im Bereich des geistig-seelischen Seins des Menschen.

In einem wissenschaftlichen Buche tritt der Autor in seiner Persönlichkeit, seinen Zielen, seinen besonderen Stärken und Schwächen wohl am deutlichsten in der Wahl der Schwerpunkte hervor. Hier fällt einem die starke Betonung alles Methodischen auf; so ist z.B. der Abschnitt über Statistik 75 Seiten lang. Dieser Zug ist eine der grössten Stärken des Buches. In einem Wissenschaftszweig, der so sehr der Gefahr des methodischen Fehlers – besonders in Form der Materialselektion – ausgesetzt ist und der noch dazu des Experimentes zur Überprüfung seiner Ergebnisse ganz entraten muss, ist unablässige, schärfste Kritik der Methoden am Platz. Andererseits: mit solch kritischem Sinn durch die Fülle kasuistischer und nur zu oft inkompetent ausgewerteter Ergebnisse zu pflügen und nicht alles zu verwerfen, sondern den in der Tiefe liegenden wirklichen Erkenntnisschatz zu heben, das heisst Scylla sowohl wie Charybdis mit sicherer Hand umschiffen. VOGEL ist da ein behutsamer und zuverlässiger Steuermann.

VOGEL scheut sich nicht, Ansprüche an die Mühewaltung seiner Leser zu stellen, und macht es ihm nirgends auf Kosten des Tiefganges der Darstellung leicht. Wenn er immer wieder auf tierische und pflanzliche Objekte zurückgreifen muss – Begriffe wie Transformation, enzymatische Adaption, Pseudoallelie lassen sich nun einmal nur an solchem Material demonstrieren – so ist seine Darstellung auch bei schwierigen Sachverhalten eindringlich, auf das Wesentliche gerichtet und – fast immer – korrekt; immer wieder freut man sich über die offensichtlich eigens für diesen Zweck neudurchdachte und neuformulierte Darstellung. Lediglich im mathematischen Teil des Buches hat man das Gefühl, dass der Autor – so notwendig auch gewiss ein gereiftes Verständnis für Methoden, Möglichkeiten und Gefahren der statistischen Analyse ist – die Leser seines Buches streckenweise aus dem Auge verliert; es ist zu bezweifeln, dass ihre Mehrzahl durch alle Teile dieses Kapitels ihm wird folgen können und wollen. Doch schadet das dem Verständnis des Gesamtwerkes nicht.

Zur Darstellungsweise ist zu bemerken, dass das Buch breit geschrieben ist. Dadurch gewinnt es an Lesbarkeit und wird ausser zu einem Lern- auch zu einem Lesebuch. Allerdings liegt hier auch eine der Schwächen des Buches: die sprachliche Raffung und Präzision lässt nicht selten zu wünschen übrig. Damit soll nichts gegen die plastisch-unorthodoxe Sprache gesagt sein, mit der z.B. viele Beispiele wiedergegeben werden: das gibt dem Buche Farbe und Pysiognomie. Aber für ein empfindliches Sprachgefühl gibt es doch immer wieder kleine Unebenheiten. Man hat das Gefühl, als habe dem Werk eine letzte glättende Hand gefehlt. Ihr wäre nicht nur manches «auch wohl sehr» oder «anstatt von» zum Opfer gefallen, sondern auch Breiten im Stil.

Hier muss auf eine weitere kleine Unvollkommenheit des Buches hingewiesen werden: es ist offensichtlich, dass der Autor in den medizinischen Aspekten seines Materials doch etwas besser zu Hause ist als in den biologischen. So verraten manchmal etwas schief geratene Formulierungen, wo der Autor nicht selber forschend tätig gewesen ist. Zwei Beispiele mögen das veranschaulichen. Nachdem (S. 16) erklärt wurde, wie durch die Meiose «eine überaus grosse Variationsbreite an Kombinationen der verschiedenen Erbanlagen» (kann man das nicht etwas eleganter sagen?) ent-

stehen, fährt VOGEL fort: «Dass die Herstellung dieser Variationsbreite in der Evolution von Vorteil gewesen sein muss, darauf deutet die Einschiebung eines so komplizierten Prozesses wie des Crossing over hin.» Wir wissen bis heute so wenig über den eigentlichen Prozess des Crossing over, dass sich weder sagen lässt, er sei «kompliziert», noch er sei – in irgendeinem Sinne «später» – eingeschoben, noch auch, dass es dazu so etwas wie einer besonderen «Evolutionsanstrengung» bedurfte, wie der ganze Satz insinuiert. Mindestens ebenso wahrscheinlich ist es, dass aus einer Not eine Tugend gemacht wurde, d.h. dass aus einer von Anbeginn regelmässig auftretenden Fehlleistung der grösstmögliche Nutzen im Sinne eines Fortschrittes der Evolution gezogen wurde. Auf Seite 20 steht über die Speicheldrüsenchromosomen der Dipteren: «Die heterochromatischen Partien ... legen sich bei *Drosophila* zu einer einzigen unstrukturierten Masse zusammen. Mit veranlasst durch diesen Befund haben besonders unvorsichtige Untersucher zeitweise in den intensiv gefärbten Streifen die Gene, in den weniger oder gar nicht gefärbten Zwischenzonen eine verbindende Substanz gesehen.» Wieso kann die Fusion des Heterochromatins die im zweiten Satz ausgedrückte Ansicht stützen? Vor allem aber: so wie das hier ausgedrückt ist, wären diese Untersucher gar nicht so unvorsichtig gewesen, ja sie hätten sogar mit grösster Wahrscheinlichkeit Recht. Die Kritik muss sich gegen eine Behauptung richten, wonach einem Gen eine Bande entspricht und selbst das ist noch nicht völlig ausgeschlossen, wenn man solche moderne Begriffe wie «Cistron» oder gar «Operon» zur Definition des «Gens» verwendet. Eine Lokalisierung der Gene in den Banden ist jedenfalls durchaus wahrscheinlich. Doch zaudert die Kritik schon, indem sie auf diese kleinen Fehler hinweist, im Rahmen des Gesamtwerkes grenzt ihre Erwähnung fast an Nörgelei.

Erwähnt werden muss schliesslich noch die Behandlung jener Sachgebiete, die infolge ihrer Bedeutsamkeit für öffentliche Belange im Kreuzfeuer politischer und weltanschaulicher Interessengruppen stehen. Es sind dies vor allem: 1. Fragen des praktischen Strahlenschutzes, besonders im Rahmen von medizinischer Therapie und von Atombombentests, 2. Probleme der Vererbung geistig-seelischer Eigenschaften, die für die Schule wie für die Justiz wichtig sind und 3. die Eugenik, d.h. der steuernde Eingriff in die erbliche Zusammensetzung künftiger Generationen im Bereiche der Familie (z.B. durch Eheberatung), wie innerhalb ganzer Völker, durch staatliche Einflussnahmen auf den Auf- und Abbau von sprachlichen, religiösen, rassischen und nationalen Schranken, wie auf die Heiratsmöglichkeiten und Nachkommenzahlen verschiedener Bevölkerungsgruppen. Alle drei Gebiete sind schwerstens von den Auswirkungen emotionaler Einschüsse gezeichnet und die Gefahr einer Trübung des Urteils durch außerwissenschaftliche Einwirkungen ist gross.

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, in solchen Grenzgebieten zu verfahren. Man kann versuchen «nur das Phänomen und nicht das Phänomen, dem Leser vor Augen zu stellen und ihm das Schliessen und Beurteilen selbst zu überlassen. Die andere ist, aus den Tatsachen so sachlich wie möglich selbst die Schlüsse zu ziehen und deren Annahme oder Ablehnung dem Leser anheimzustellen. Beide Möglichkeiten scheinen korrekt, [illegible] sogar nicht ohne eine Spur von Heuchelei zu [illegible] bestimmte Folgerungen [illegible] des Materials ist hier entschieden [illegible] Zum anderen [illegible] in einem Lehrbuch vorgetragene [illegible] die auf langen Seiten [illegible] Diesem Sachverhalt [illegible] diger Betonung der [illegible]

So geht auch [illegible] einen Satz über [illegible] weiss, gelb oder [illegible] In einem solchen Satz [illegible] lich gefärbt, dass es [illegible] einmal Grenzgebiete [illegible] zu lassen, statt es [illegible] durch den Mund dieser [illegible]

Die Wissenschaft [illegible] hoffen, dass sie durch [illegible] Impulse für Lehre und Forschung [illegible]

[illegible]

Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, herausgegeben von KONRAD HERTER; (N.F.) Band 1, 1961. Walter de Gruyter & Co., Berlin; für Mitglieder DM 10.–, für Nichtmitglieder DM 30.—.

Die Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin ist die älteste naturwissenschaftliche Vereinigung Berlins und – nächst der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, die wenig früher entstand – die älteste Deutschlands. Zur Zeit der «Aufklärung» machte sich auch in Deutschland eine Neigung zur «Rückkehr zur Natur» und damit ein steigendes Interesse für die Naturwissenschaften und die Naturphilosophie bemerkbar. Am 9.Juli 1773 gründeten sieben Männer aus verschiedenen Berufen die «Gesellschaft Naturforschender Freunde», die zunächst jeden Dienstag in der Wohnung eines der Mitglieder eine Sitzung abhielt. In gemütlichem Rahmen, bei Tabak und Bier, führten sie die gelehrten Gespräche, durch die gemeinsamen Interessen miteinander verbunden: «Jeder sollte dem anderen in ungeheuchelter Treue und aufrichtiger Freundschaft zugetan sein.» Aus diesen Anfängen heraus wuchs die Gesellschaft zu einer Institution heran, die für das wissenschaftliche Leben – nicht nur für Berlin – eine reich fördernde Wirkung ausstrahlte.

Im Verlauf ihrer Geschichte seit 1773 hat die Tätigkeit dieser Gesellschaft Schwankungen und Krisen durchgemacht, die meist durch Veränderung der geistigen, politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse Deutschlands bedingt waren; dies kommt im Schicksal der «Sitzungsberichte entsprechend zum Ausdruck. Der erste Band der «Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde» erschien 1775 (z.Vgl. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1761). Titel und Bandzählung der Zeitschrift wurden später mehrmals gewechselt und vereinzelt konnte sie in einigen Jahren nicht erscheinen. Seit 1924 erschienen die Sitzungsberichte bis zum Jahre 1942.

Unter schwierigen Verhältnissen erfolgte nach dem Kriege die Reorganisation der Gesellschaft, wobei wesentliche Änderungen an den Satzungen vorgenommen wurden. Der Begriff «Stimmberechtigte Mitglieder» verschwand, so dass die Gesellschaft aus Ordentlichen Mitgliedern, Ehrenmitgliedern und Korrespondierenden Mitgliedern besteht, die alle die gleichen Rechte haben; nicht nur Personen, die auf naturwissenschaftlichem Gebiet arbeiten, sondern auch Freunde und Förderer der Naturwissenschaften können Mitglieder werden.

Die Mitgliederversammlung vom 6.Dezember 1960 beschloss, von 1961 an wieder «Sitzungsberichte» drucken zu lassen, nämlich Mitteilungen und Nachrichten der Gesellschaft, kurze Referate der gehaltenen Vorträge, kurze naturwissenschaftliche Originalarbeiten der Mitglieder und von Nichtmitgliedern, wenn von Mitgliedern empfohlen. «In der nächsten Zeit sind Berichte von Spezialisten über das Schicksal und die Entwicklung ihrer Arbeitsgebiete und Arbeitsstätten – mit besonderer Berücksichtigung der Berliner Verhältnisse – für die Zeit von etwa 1942/43 bis jetzt geplant und erwünscht. Diese Berichte sollen gewissermassen die Lücke, die durch den Ausfall der «Sitzungsberichte» und der Tätigkeit der Gesellschaft entstanden ist überbrücken.

Der erste Artikel der Neuen Folge der Sitzungsberichte ist dem Gedenken an den Hydrozoologen Prof. Dr. WALTER ARNDT (1891–1944) gewidmet, über dessen trauriges Schicksal wir auf Seite 14 lesen «WALTER ARNDT wurde im Jahre 1944 von dem ‹Volksgericht› des Hitler-Regimes wegen ‹defaitistischer Äusserungen› zum Tode verurteilt und – trotz mehrerer Gnadengesuche verschiedener Stellen (auch der Gesellschaft Naturforschender Freunde) – schändlicherweise hingerichtet.› Dem Schreibenden ist Prof. ARNDT vom Internationalen Limnologenkongress 1939 her bekannt; er wird seinen klaren, anregenden und bescheidenen Charakter in bester Erinnerung behalten.

Gerne machen wir unsere Leser auf die Neue Folge der Sitzungsberichte aufmerksam, in deren erstem Band wir vorwiegend wissenschaftliche Arbeiten aus dem Gebiete der Zoologie finden. Der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin entbieten wir zur Neuen Folge der Sitzungsberichte die besten Wünsche für eine langdauernde, erfreuliche Entwicklung dieser Schwesterzeitschrift.

E. A. THOMAS

Clichés

Schwitter A. G. Basel - Zürich

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
GRADUATE LIBRARY

DATE DUE

UNIVERSITY OF MICHIG
3 9015 03873